

Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in

*Original*

Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte | Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy / Caldarice, Ombretta; Salata, Stefano. - In: VALORI E VALUTAZIONI. - ISSN 2036-2404. - ELETTRONICO. - 22(2019), pp. 67-83.

*Availability:*

This version is available at: 11583/2735654 since: 2021-09-29T16:58:34Z

*Publisher:*

Societa Italiana di Estimo e Valutazione (SIEV)

*Published*

DOI:

*Terms of use:*

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

*Publisher copyright*

(Article begins on next page)

TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE  
dei

valori  
e valutazioni  
theories and experiences

Journal of  
SIEV  
Italian Real  
Estate Appraisal  
and Investment  
Decision Society  
Number 22 - May 2019  
Summer year XIII

ISSN 2106-2414 Valori e Valutazioni

n. 22 - 2019 - SIEV - Valori e Valutazioni

rivista della  
siev  
Società Italiana  
di Estimo e  
Valutazione  
Semestrale anno XIII  
numero 22 - maggio 2019

ISSN 2106-2414 Valori e Valutazioni

valori  
e valutazioni  
teorie ed esperienze

dei  
TIPOGRAFIA DEL GENIO CIVILE

# Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

Ombretta Caldarice\*, Stefano Salata\*\*

*parole chiave:* servizi ecosistemici, valutazione ambientale strategica (VAS), standard urbanistici, pianificazione urbanistica, biodiversità, vulnerabilità territoriale, consumo di suolo

## Abstract

*I Servizi Ecosistemici (SE), ovvero i benefici che il suolo fornisce al benessere collettivo, sono uno dei nuovi paradigmi interpretativi che stanno supportando la transizione della disciplina urbanistica verso maggiori valori ambientali. I SE a supporto delle pratiche di pianificazione urbanistica e territoriale, infatti, sono fondamentali per la valutazione preliminare degli vulnerabilità ambientali e delle conseguenti ricadute economiche e sociali che derivano dai possibili assetti di uso del suolo. Il potenziale della valutazione dei SE è proprio quello di stimare,*

*sulla base delle trasformazioni d'uso, i differenziali di valore ecosistemico dei suoli trasformati sia in termini quantitativi che qualitativi. Tuttavia, anche se l'analisi biofisica dei SE ha raggiunto ottimi risultati, rimane ancora poco esplorata la risoluzione del divario che separa la dimensione valutativa da quella progettuale. L'interesse sulla valutazione dei SE nel dibattito istituzionale e in quello accademico, pertanto, è elevato proprio nel momento in cui una delle critiche che si muove all'avanzamento teorico e di sviluppo pratico della valuta-*

zione ecosistemica è quella di non essere in grado di supportare l'effettiva costruzione dell'assetto spaziale e normativo del piano urbanistico in risposta alle vulnerabilità territoriali.

Il presente contributo si colloca in questa prospettiva e, a partire dal DDLR 302/2018 "Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo" proposto dall'Assessorato Ambiente e Urbanistica della Regione Piemonte, avanza una riflessione teorica rispetto a come l'utilizzo del modello interpretativo dei SE possa essere in grado di influenzare concretamente la pianificazione urbanistica e territoriale soprattutto nella sua dimensione compensativa delle trasformazioni d'uso su suoli liberi.

Operativamente, il contributo analizza le norme del Piano Regolatore Generale (PRG) di Moncalieri, valutandone la performance ecosistemica tramite la georeferenziazione e la valutazione spaziale di tre SE (Habitat Quality, Carbon Sequestration, Water Yield), orientati alla misura delle principali funzioni di supporto e regolazione del suolo. In sintesi, i risultati della valutazione ecosistemica di Moncalieri, che mostrano una distribuzione sostanzialmente omogenea dei valori ecosistemici in tutta la città (sia Pubblica che Privata), permettono di avanzare alcune considerazioni metodologiche su come rendere operativo il concetto dei SE nella pianificazione urbanistica e territoriale al fine di fornire risposta operativa alle crescenti, e sempre più evidenti, vulnerabilità del territorio.

## 1. TEMI. UNA RINNOVATA PROSPETTIVA PER LA DISCIPLINA URBANISTICA<sup>1</sup>

La corrente fase di grandi cambiamenti epocali<sup>2</sup>, che con sempre maggior evidenza stanno investendo le città, rende necessario ripensare l'insieme delle relazioni complesse che strutturano gli insediamenti urbani al fine di renderli adattivi alle molteplici circostanze contemporanee (Gabelini, 2018). Il senso di crisi che pervade oggi le grandi concentrazioni urbane, infatti, deriva dalla progressiva, e spesso incontrollata, "planetary urbanisation" (Brenner e Schmid, 2011)<sup>3</sup> che rendono le città più vulnerabili sotto il profilo ambientale e socio-economico (Brunetta e Caldarice, 2019). Dall'enfasi posta sul ruolo della città come acceleratrice dei processi economici (Jacobs, 1969), motore della globalizzazione (Sassen, 1991) e catalizzatore di innovazione (Glaeser, 2011), emerge oggi la consapevolezza del peso che le aree urbane assumono nell'alterazione degli equilibri ambientali (Elmqvist *et al.*, 2013). Le questioni ecologiche diventano oggi, con sempre maggior evidenza,

priorità ineludibili per territori in transizione dalle vulnerabilità e, quindi, ambienti ideali per la ricerca ecologica (Seto *et al.*, 2013). Questa prospettiva richiede alla pianificazione territoriale e urbanistica di confrontarsi con competenza e responsabilità rispetto a nuovi paradigmi cognitivi – quali il *growth control*, il contenimento del consumo di suolo e la rigenerazione a scala urbana (Albrecht, 2017).

Un contributo importante a questa rinnovata dimensione interpretativa della disciplina è fornito dai Servizi Ecosistemi (SE), ovvero i benefici che il suolo fornisce per il benessere collettivo limitando le pressioni antropiche e garantendo nuove prestazioni ecologiche, ambientali e paesaggistiche (Costanza *et al.*, 2017; Maes *et al.*, 2012; Partidario e Gomes, 2013). A partire dagli anni Novanta, i SE hanno ottenuto un crescente consenso sia riguardo all'importanza della loro valutazione nel supporto alle decisioni che riguardano la gestione delle risorse naturali nell'ambito della pianificazione del territorio<sup>4</sup> (McPhearson *et al.*, 2015; Meerow e Newell, 2017) sia rispetto al loro ruolo nel contrastare la perdita di biodiversità causata in maggior parte dalle crescenti vulnerabilità territoriali (Mooney *et al.*, 2009). In questa prospettiva, infatti, i SE possono costituire un fondamentale supporto per le pratiche di pianificazione e progettazione urbanistica e territoriale poiché consentono di comprendere e valutare gli effetti ambientali che derivano dalle trasformazioni d'uso del suolo e le loro conseguenti ricadute economiche e sociali. La valu-

<sup>1</sup> Il contributo è frutto dell'elaborazione congiunta dei due autori. Tuttavia, la versione finale dei parr. 1 e 4 è da attribuirsi ad Ombretta Caldarice, mentre quella dei parr. 2 e 3 a Stefano Salata.

<sup>2</sup> I cambiamenti epocali che hanno investito la città contemporanea sono essenzialmente di tipo socio-economico (legati alla crisi economica globale e della finanza pubblica, all'emergere di nuove disuguaglianze, povertà e tensioni sociali) ed ecologico-ambientali (dovuti all'eccessivo consumo di suolo combinato con il cambiamento climatico in corso e ai suoi effetti sul microclima urbano, sulla salute pubblica e sui rischi ambientali e territoriali). Sul ruolo della disciplina urbanistica nella crisi della città contemporanea, si veda Ponzini (2016).

<sup>3</sup> Secondo il Rapporto delle Nazioni Unite World Urbanization Prospects, nel 2014 la popolazione mondiale si concentrava nelle aree urbane per il 55% con una prospettiva stimata attorno al 66% al 2050. Questo dato aumenta considerevolmente se osservato in Europa (73% al 2014, 82% al 2050) e in Italia (69% al 2014, 78% al 2050).

<sup>4</sup> L'uso delle proprietà mitiganti della natura rispetto ai fattori alteranti la qualità del sistema ambientale è stato utilizzato in modo epistodico in urbanistica. Tra i pochi esempi, ma di indubbia rilevanza, si ricorda il progetto preliminare del Piano Regolatore Generale di Reggio Emilia (1999) che inseriva, come principali innovazioni, la perequazione urbanistica e l'ecologia (Campo Venuti, 1999). Il progetto, infatti, determinava il "potenziale ecologico-ambientale" del territorio, ossia dell'ecosistema inteso come complesso intreccio dei fattori biotici ed abiotici da applicare sull'intero territorio comunale (urbanizzato e non urbanizzato) al fine di stabilirne regole e misure compensative.

## Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

tazione dei SE (Maes *et al.*, 2012; Pulighe *et al.* 2016; European Commission 2016) implica, rispetto alle trasformazioni d'uso del suolo in diverse soglie temporali, i differenziali di valore ecosistemico sia in termini quantitativi (valori biofisici ed economici) che qualitativi (trade-off tra funzioni ottimali e propensione agli usi del suolo), riuscendo a valutare la qualità anziché la sola quantità di suolo trasformato.

Purtroppo, sono ancora deboli le connessioni tra la conoscenza teorica dei SE e il loro concreto utilizzo nella pianificazione e progettazione urbanistica e territoriale (Meeuw & Newell, 2017). In particolare non sono ancora pienamente condivise le metodologie per la quantificazione e mappatura dei SE propedeutiche alla valutazione delle previsioni di trasformazione d'uso del suolo e, conseguentemente, non è ancora sistematica la strutturazione di un sistema di conoscenze da condividere nei processi di Valutazione Ambientale Strategica (VAS). In questa direzione, le analisi connesse all'attuazione e all'efficienza ecologica del piano andrebbero pertanto innovate attraverso l'acquisizione di criteri per la guida dei processi ecosistemici ad integrazione e supporto degli strumenti che costruiscono il piano/progetto sostenibile della città ecologica.

La potenzialità della valutazione e della mappatura dei SE, quindi, si relaziona con la valorizzazione e la conservazione sia degli effetti ambientali derivanti da una corretta gestione della natura e del suolo che di quelli sociali ed economici. In sintesi, i SE assumono il carattere di "bridging concept" (Braat e de Groot, 2012) in quanto permettono di superare l'idea che la protezione dell'ambiente e lo sviluppo economico rappresentino interessi discordanti e in competizione tra loro.

In questo scenario, la Regione Piemonte ha proposto nel giugno 2018 il DDLR 302/2018 "Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo". Il DDLR si pone come obiettivo lo sviluppo di un governo del territorio sostenibile e persegue lo scopo di contenere il consumo di suolo, controllando l'estensione delle aree urbanizzate e favorendo, quale alternativa, azioni per il ripristino della naturalità e permeabilità dei suoli, nonché la rigenerazione e la riqualificazione delle aree urbane e del patrimonio edilizio esistente. In altri termini, il DDLR 302/2018 integra le norme contenute nel Piano Territoriale Regionale (PTR), creando le condizioni per una progressiva e fattiva riduzione del consumo di suolo (con l'obiettivo di raggiungere un consumo pari a zero nel 2040). A tal fine, il DDLR prevede la definizione di soglie percentuali di progressiva riduzione di espansione delle aree urbanizzate che interessano superfici libere, nonché un termine temporale per l'attuazione delle nuove previsioni decorsi queste perdono di efficacia. Operativamente, il DDLR introduce all'articolo 8 gli "standard urbanistico ambientali"<sup>5</sup>, intesi come quella quota di Città Pubblica da destinare alla

<sup>5</sup> Gli standard urbanistici sono un "valore minimo inderogabile" calcolato in metri quadrati per abitante il cui rispetto è obbligatorio per legge (Falco, 1987). L'art. 21 della LUR del Piemonte (LUR 56/1977

dotazione di servizi di natura ambientale, ecologica ed ecosistemica.

Alla luce di questo rinnovato quadro istituzionale, il presente contributo si focalizza sulla misurazione e valutazione delle performance ecosistemiche nella Città di Moncalieri (TO) sulla base della mappatura georeferenziata e della valutazione spaziale<sup>6</sup> di tre SE (*Habitat Quality, Carbon Sequestration, Water Yield*), orientati alla misura delle principali funzioni di supporto e regolazione del suolo previste dal Piano Regolatore Generale (PRG). I risultati dell'analisi sono stati valutati mediante la produzione di tre indicatori ecosistemici associati alle differenti zone normative del PRG di Moncalieri e, successivamente, mediante un indicatore sintetico riferito alla prestazione media dei tre indicatori ecosistemici per zona normativa. Sulla base di tale apparato analitico, sono state sviluppate alcune prime considerazioni metodologiche a partire dalla distribuzione spaziale dei valori ecosistemici in tutta la città di Moncalieri in merito agli effetti ecosistemici indotti dalle trasformazioni urbane determinate dal PRG. Il paper si interroga, quindi, su due questioni che mirano ad avanzare alcune riflessioni metodologiche sul tema compensativo per le trasformazioni d'uso del suolo libero, ovvero: i) la conoscenza della reale fornitura di SE nelle zone normative della città; e ii) la misurazione del bilanciamento ecosistemico introdotto dal DDLR mediante una "dotazione minima" di metri quadri per abitante a standard urbanistico con dimensione ambientale ed ecologica.

L'articolo si struttura in tre parti. Oltre alla presente introduzione, la prima illustra le potenzialità di applicazione dei SE alla pianificazione declinando la loro operatività nella valutazione delle norme del piano. La seconda descrive l'approccio analitico applicato al caso di Moncalieri, mentre la terza discute i principali risultati raggiunti avanzando alcune considerazioni metodologiche rispetto alla valutazione dei SE per la riduzione delle vulnerabilità territoriali.

## 2. STRUMENTI. L'OPERATIVITÀ DEI SERVIZI ECOSISTEMICI

Il paradigma dei SE nasce dalla letteratura accademica degli anni Settanta sull'urban ecology (Sukopp, 2008) ma si diffonde, dagli anni Novanta in poi, con l'obiettivo di dare un peso economico al contributo dei processi ecologici alla vita umana che, tradizionalmente, era considerato gratuito e infinito. La *ratio* alla base della nozione dei SE, quindi, è

riformata dalla LR 3/2013) stabilisce che i rapporti massimi tra insediamenti residenziali e spazi pubblici riservati alle attività collettive di livello comunale siano fissati in misura tale da assicurare per ogni abitante la dotazione minima di 25 mq/ab, innalzando di 7 mq/ab la quota che il DI 1444/1968 fissa a 18 mq/ab. In Piemonte, questa quota differenziale può essere reperita anche in aree private assoggettate ad uso pubblico mediante convenzione (Caldarice, 2018).

<sup>6</sup> La metodologia qui utilizzata è stata sperimentata nel progetto europeo LIFE SAM4CP. Per una sintesi dell'applicabilità dei SE nel piano urbanistico, si veda Barbieri e Giaimo (2017).

che la quantificazione del loro valore economico favorirebbe una consapevolezza maggiore dell'insostituibilità di essi, permetterebbe di considerarli al pari di altre componenti generalmente prese in considerazione nell'ambito del *decision-making* e, quindi, promuoverebbe scelte politiche e sociali più rispettose dell'ambiente e volte allo sviluppo sostenibile.

Tra le diverse interpretazioni<sup>7</sup>, quella più adeguata alla disciplina urbanistica lega i SE alla modificazione dei suoli che, di fatto, sono una delle componenti più influenzate dall'impatto delle attività umane (Pickett *et al.*, 2011) a causa della molteplicità di interventi alteranti<sup>8</sup>. In questa prospettiva, un suolo si caratterizza per una buona "qualità ecosistemica" quando eroga funzioni ecologiche, economiche e sociali garantendo un'adeguata fornitura di SE (Borgogno-Mondino *et al.*, 2015).

Dal punto di vista tassonomico, l'European Environmental Agency (EEA) definisce i SE tramite la classificazione CICES (Common International Classification of Ecosystem Services). Come ricordano Haines-Young e Potschin (2011), «For the purposes of CICES, ecosystem services are defined as the contributions that ecosystems make to human well-being. They are seen as arising from the interaction of biotic and abiotic processes, and refer specifically to the 'final outputs or products from ecological systems'».

Il CICES classifica i SE in:

- servizi di fornitura approvvigionamento (*provisioning*) che forniscono beni e materie prime, quali cibo, acqua, combustibile e biomassa;
- servizi di regolazione e mantenimento (*regulating*) che regolano il clima, la qualità dell'aria e delle acque, la formazione del suolo tramite la cattura e stoccaggio del carbonio, il controllo dell'erosione e dei nutrienti, la regolazione della qualità dell'acqua, la protezione e mitigazione dei fenomeni idrologici, la riserva genetica e la conservazione della biodiversità;
- servizi culturali (*cultural*) che includono benefici non materiali, quali l'identità culturale, le funzioni etiche e spirituali, i valori estetici e ricreativi, il paesaggio e il patrimonio naturale.

Negli ultimi dieci anni, inoltre, la riflessione sui SE si è ampliata e approfondita, sia dal punto di vista di una più precisa determinazione del valore ecologico ed economico sia dal punto di vista dell'utilizzo di questo paradigma nell'ambito decisionale verso la loro piena operatività. Sul

primo fronte, i metodi di valutazione normalmente utilizzati e accreditati si basano sulla netta distinzione tra metodi monetari e non-monetari: i primi hanno l'obiettivo di raggiungere una quantificazione in termini di denaro del valore dei SE, mentre i secondi mirano a far emergere quantità o qualità che non siano espresse in termini di denaro e che amplino lo spettro dei valori considerati. Per ovvie ragioni, i metodi monetari sono evidentemente predominanti, in quanto i loro risultati sono più facilmente utilizzabili in ambito decisionale. Al contrario, quelli non monetari sono meno diffusi (Mononen *et al.*, 2016) ma più vari dal punto di vista delle tecniche utilizzate e dei risultati finali in quanto si fondano sul principio che i SE siano "spatially explicit" (Haase *et al.*, 2014) e che non sia dunque possibile considerarli senza una base geografica di riferimento. Al contrario dei beni di mercato, infatti, i SE non sono intercambiabili, e per questo la loro localizzazione è caratteristica determinante il loro valore.

Sul secondo fronte, invece, un ampio e crescente filone di studi si interessa non solo della classificazione tipologica dei SE, ma anche della possibilità di impatto che un'analisi basata su questo paradigma interpretativo può avere sugli strumenti pianificatori in quanto è ormai chiaro che i cambiamenti di destinazione d'uso del suolo hanno un peso determinante nell'erogazione dei SE (Delphin *et al.*, 2016, Salata, 2014) e che la pianificazione territoriale e urbana ha un ruolo chiave nella preservazione, conservazione o potenziamento di essi (Arcidiacono *et al.*, 2017).

Tuttavia, la strutturazione della conoscenza dei valori ecosistemici è oggi prioritariamente orientata alla definizione di indicatori di stato riferiti alla valutazione statistica del valore medio ecosistemico riferito a classi d'uso del suolo (ovvero dello stato di fatto) e molto meno indirizzata alla verifica del valore di un'area normativa del Piano (ovvero riferiti all'analisi dello stato di diritto). Affinché il piano urbanistico possa rappresentare anche in futuro un elemento cardine del governo del territorio in una prospettiva ecologica, la dimensione analitico-valutativa e di progetto richiede l'innovazione dei contenuti, della tecnica e del processo di formazione in relazione al nuovo paradigma delle proprietà ecosistemiche dei suoli anche a fronte dell'attuazione della Strategia Europea per l'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità (EU, 2013) nel processo di Valutazione Ambientale Strategica (VAS) per Piani e Programmi (Partidario e Gomes, 2013). In sintesi, possiamo affermare che la valutazione dei SE nei processi di pianificazione urbanistica e territoriale è una delle sfide che la conoscenza scientifica e la pratica amministrativa dovranno affrontare nei prossimi anni al fine di rafforzare la consapevolezza comune riferita alla tutela delle risorse ambientali per l'equilibrio degli ecosistemi.

### 3. SPERIMENTAZIONI. LA PERFORMANCE ECOSISTEMICA DI MONCALIERI

Il Comune di Moncalieri, localizzato nella prima cintura torinese lungo l'asse sud-est che da Torino seguendo il cor-

<sup>7</sup> Ad oggi non vi è ancora a livello scientifico un accordo su una definizione univoca di servizi ecosistemici (Boyd e Banzhaf, 2007) e i diversi studiosi ne danno definizioni diverse corrispondenti al taglio disciplinare delle diverse ricerche. La questione definitiva risulta particolarmente importante perché riguarda il modo attraverso cui questo concetto viene inteso in quanto i SE non sono un fenomeno naturale, ma una interpretazione che gli esseri umani danno di un dato fenomeno.

<sup>8</sup> In sintesi, i suoli urbani sono "substances sink" (Sauerwein, 2011).

## Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

so del fiume Po si muove verso la direttrice della Torino-Piacenza-Brescia e verso la Liguria lungo la direttrice che collega Alessandria e Genova, ha una popolazione residente di 57.234 abitanti (ISTAT, 2017) ed è composto da circa 6.200 edifici (così come rilevato dal Database Topografico Digitale BDTre fornito della Regione Piemonte).

Il territorio di Moncalieri ha un'orografia piuttosto variegata e composta da una parte pianeggiante che si sviluppa prevalentemente a sud del territorio e lungo il settore ovest del confine comunale, lambito dal corso del fiume Po che proprio dal Comune di Moncalieri entra in Torino lungo la dorsale della collina torinese. Moncalieri sviluppa il proprio sistema insediativo trasversalmente rispetto al corso longitudinale del fiume addossandosi lungo l'ansa che segna l'entrata in Torino. Il territorio è ampiamente sviluppato anche nella parte collinare a nord, dove l'abitato si distribuisce principalmente lungo le vie di connessione che danno accessibilità alla collina torinese con densità del sistema costruito anche piuttosto importanti. Proprio il livello di accessibilità ed infrastrutturazione determinano la peculiarità di Moncalieri: il Comune è, infatti, localizzato all'imbocco delle principali arterie autostradali del nord del paese e agganciato al sistema della tangenziale torinese. Per questo motivo, infatti, il Comune ha storicamente ospitato lo sviluppo di ampie zone industriali, come ad esempio l'area di Vadò una delle più estese del territorio metropolitano. Per contro, l'attraversamento del Fiume Po ha storicamente rappresentato un limite allo sviluppo del sistema insediativo. In sintesi, quindi, le caratteristiche geologiche, morfologiche e idrografiche di Moncalieri rendono naturalmente predisposto il territorio comunale ad un'elevata vulnerabilità.

L'analisi delle macro categorie di uso/copertura del suolo secondo il database topografico digitale regionale (2018) indica che il 34% del territorio è costituito dal sistema antropizzato, compreso di verde urbano e spazi liberi urbani, il suolo agricolo costituisce il 39% del territorio comunale, mentre quello boscato occupa il 14% del territorio. Una restante quota di verde extraurbano occupa il 4% del territorio, il sistema delle infrastrutture occupa il 6% mentre il restante 3% è costituito da specchi d'acqua. Il sistema antropizzato, pur non costituendo la maggioranza assoluta degli usi del suolo, ha un impatto ecologico e paesaggistico importante. La percentuale di suolo impermeabile, calcolata mediante l'interpolazione spaziale dalla banca dati High Resolution built up area Imperviousness (2012), è di circa il 26%, ma se rapportata al solo sistema antropizzato (indice di impermeabilizzazione del suolo antropizzato) si evidenzia che circa il 78% del suolo urbano è impermeabile (Tab. 1 e Figg. 1-2). Tale percentuale esprime un livello di vulnerabilità territoriale importante considerato che nello stock di 1.638 ettari di suolo urbano quasi l'80% è costituito da materiale impermeabile e quindi soggetto a degrado completo della risorsa suolo con conseguente aumento del rischio idrogeologico, aumento del run-off di superficie, depauperamento delle funzionalità ecosistemiche e aumento delle isole di calore.

Tabella 1 - Uso e copertura del suolo previsto

	Tipologia Suolo	St (ha)	Indice di copertura (%)
Uso	Antropizzato	1.638,87	34,48%
	Agricolo	1.838,60	38,68%
	Bosco	654,44	13,77%
	Altro Verde	173,21	3,64%
	Strade	294,33	6,19%
	Acqua	153,54	3,23%
		4.752,99	100,00%
Copertura	Impermeabile	1.276,94	26,87%
	Permeabile	3.476,05	73,13%
		4.752,99	100,00%

Il PRG vigente (approvato nel 1997 e aggiornato da numerose varianti fino all'adeguamento del 2016) è sostanzialmente uno strumento che ha pressoché esaurito le proprie capacità edificatorie. Come è evidente dall'analisi documentale, infatti, il PRG ha ancora poche aree normative che devono essere ancora attuate sia mediante interventi diretti con permessi di costruire (zone di completamento) che nelle vere e proprie aree di espansione da attuare mediante intervento indiretto (zone soggette a pianificazione attuativa).

Sostanzialmente, il PRG di Moncalieri ha disegnato e regolato l'attuale assetto della città basato su un sistema insediativo centrale addossato lungo l'ansa del fiume Po e le sue espansioni lungo le direttrici di Corso Savona e Strada Torino, mentre le grandi zone industriali e gli impianti tecnologici sono state localizzate a sud nelle aree golenali di pianura (peraltro fortemente soggette a problematiche di tipo idrogeologico derivate dalla possibilità di esondazione del fiume Po).

L'analisi di valutazione ecosistema è stata sviluppata seguendo tre passaggi metodologici:

1. mappatura dei SE *Habitat Quality*, *Carbon Sequestration* e *Water Yield* condotta utilizzando il software Integrated Evaluation of Ecosystem Services and Trade-offs (InVEST, liberamente scaricabile al sito <https://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/>) nel territorio di Moncalieri (vedi par. 3.1);
2. normalizzazione dei valori derivanti dalla mappatura dei SE e *overlay analysis* in ambiente GIS mediante l'utilizzo della funzione Weighted sum (Esri ArcGis 10.6) con medesima fattore di ponderazione per le tre variabili *Habitat Quality*, *Carbon Sequestration* e *Water Yield* finalizzata a valutare la distribuzione delle performance ecosistemiche rispetto alle aree normative del PRG (vedi par 3.2);

3. analisi documentale delle zone omogenee del PRG e valutazione del rapporto tra area normativa e capacità di erogare ES (vedi par. 3.3).

### 3.1 Mappatura dei SE

Primo passaggio metodologico è stata la mappatura dei SE *Habitat Quality*, *Carbon Sequestration* e *Water Yield*<sup>9</sup> tramite il software InVEST (Sharp *et al.*, 2018). Il programma è costituito da un pacchetto di software, liberamente scaricabili, che consente la mappatura alle differenti scale dei SE, a partire dal caricamento di un repertorio di dati statistici e cartografici in differenti modalità, ovvero tabelle csv, poligoni vettoriali in base *shape* con annessi campi specifici di tabella e file di geo-dataset raster con valori di cella a cui applicare un dataset excel.

I tre SE selezionati sono così caratterizzati:

- l'*Habitat Quality* (HQ)<sup>10</sup> attiene al servizio riferito alla funzione ecosistemica di supporto agli habitat fornita dal suolo e dalle sue destinazioni d'uso. Il servizio costituisce una buona proxy dei livelli di biopotenzialità ecologica (BTC) essendo modellato senza valutare la qualità "specie-specifica";
- la *Carbon Sequestration* (CS)<sup>11</sup> attiene al servizio relativo allo stoccaggio nel suolo e nella biomassa ipogea (radici) ed epigea (fusto e chioma) di carbonio. Il servizio si associa alla capacità della componente suolo e sottosuolo di trattenere carbonio organico nello strato superficiale del suolo (*topsoil*) e nella lettiera;
- la *Water Yield* (WY)<sup>12</sup> attiene al servizio relativo al trat-

tenimento nel suolo dell'acqua per effetto della sua capacità di saturazione. Questo SE indica la quantità di acqua che viene trattenuta e messa a disposizione per processi di evapotraspirazione evitando di confluire nelle acque correnti o in falda. Di fatto costituisce la funzione di "ritenzione" che il suolo svolge rispetto alla piovosità media annua immessa nel modello.

Gli input riferiti ai tre modelli sono:

- uso del suolo, ovvero la Land Use Piemonte 2010 con integrazioni alla scala locale;
- valori di naturalità associati all'uso del suolo: valori REP (Rete Ecologica Provinciale) con integrazione nelle aree antropizzate;
- minacce e relativi valori di interferenza con gli habitat (sistema antropizzato assieme alle aree agricole e al reticolo infrastrutturale classificate in strade principali, secondarie e locali);
- valori di stoccaggio del carbonio da associare alle classi d'uso del suolo divisi in suolo, lettiera, fitomassa ipogea e fitomassa epigea (i valori di partenza derivano dall'Inventario Nazionale delle Foreste e dei Serbatoi Forestali di Carbonio);
- profondità media del suolo;
- profondità media delle radici per tipologia vegetazionale;
- piovosità media annua nell'area d'indagine;
- *Plant Available Water Content fraction* (frazione d'acqua stoccabile dal suolo rispetto alla caratterizzazione pedogenetica utilizzabile dalle piante);
- evapotraspirazione di riferimento media nell'area di indagine rispetto al bacino idrografico di riferimento;
- coefficiente di evapotraspirazione potenziale per specie vegetazionali.

Gli output, rappresentati in carte raster con pixel di 20 metri, sono stati valutati in base alla:

- spazializzazione dell'HQ con valori relativi al contesto di analisi (da 0 a 1);
- spazializzazione della CS con valori assoluti di carbonio stoccato per pixel;
- spazializzazione della WY con valori assoluti di acqua trattenuta dal suolo annua ed evapotraspirata per pixel di riferimento.

### 3.2 Normalizzazione ed overlay con le aree normative

Gli output del software InVEST sono stati successivamente trattati per effettuare un'analisi overlay al fine di con-

<sup>9</sup> I tre SE sono stati selezionati a valle di una prima indagine più estesa dei servizi di regolazione che includeva anche i servizi di trattenimento dei nutrienti (Nutrient Retention) e dei sedimenti (Sediment Retention). Tali SE però vengono modellizzati tenendo conto delle condizioni orografiche del territorio e non consentono una quantificazione della prestazione biofisica attendibile nelle zone normative di piano, in quanto i valori registrati in una zona dipendono dall'interazione di più fattori. Si è deciso, pertanto, di circoscrivere l'osservazione ai soli SE che garantivano una sito-specificità nelle zone di analisi, evitando ambigue interpretazioni o veri e propri errori di valutazione del dato registrato. Non erano disponibili alla data dello studio (settembre 2018) i valori ricreativi e fruitivo/culturali del territorio in quanto la raccolta dei dati di input per la modellizzazione di tali funzioni non era ancora completa.

<sup>10</sup> Come evidenziato nella InVEST User Guide, "the habitat quality refers to the ability of the ecosystem to provide conditions appropriate for individual and population persistence, and is considered a continuous variable in the model, ranging from low to medium to high, based on resources available for survival, reproduction, and population persistence, respectively".

<sup>11</sup> Come evidenziato nella InVEST User Guide, "the model maps carbon storage densities to land-use or land-cover rasters, which include types such as forest, pasture, or agricultural land. The model summarizes results into raster outputs of storage, value, as well as aggregate totals".

<sup>12</sup> Come evidenziato nella InVEST User Guide, "the InVEST Reservoir Hydropower model estimates the relative contributions of

water from different parts of a landscape, offering insight into how changes in land use patterns affect annual surface water yield and hydropower production".



**Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale.  
Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte**

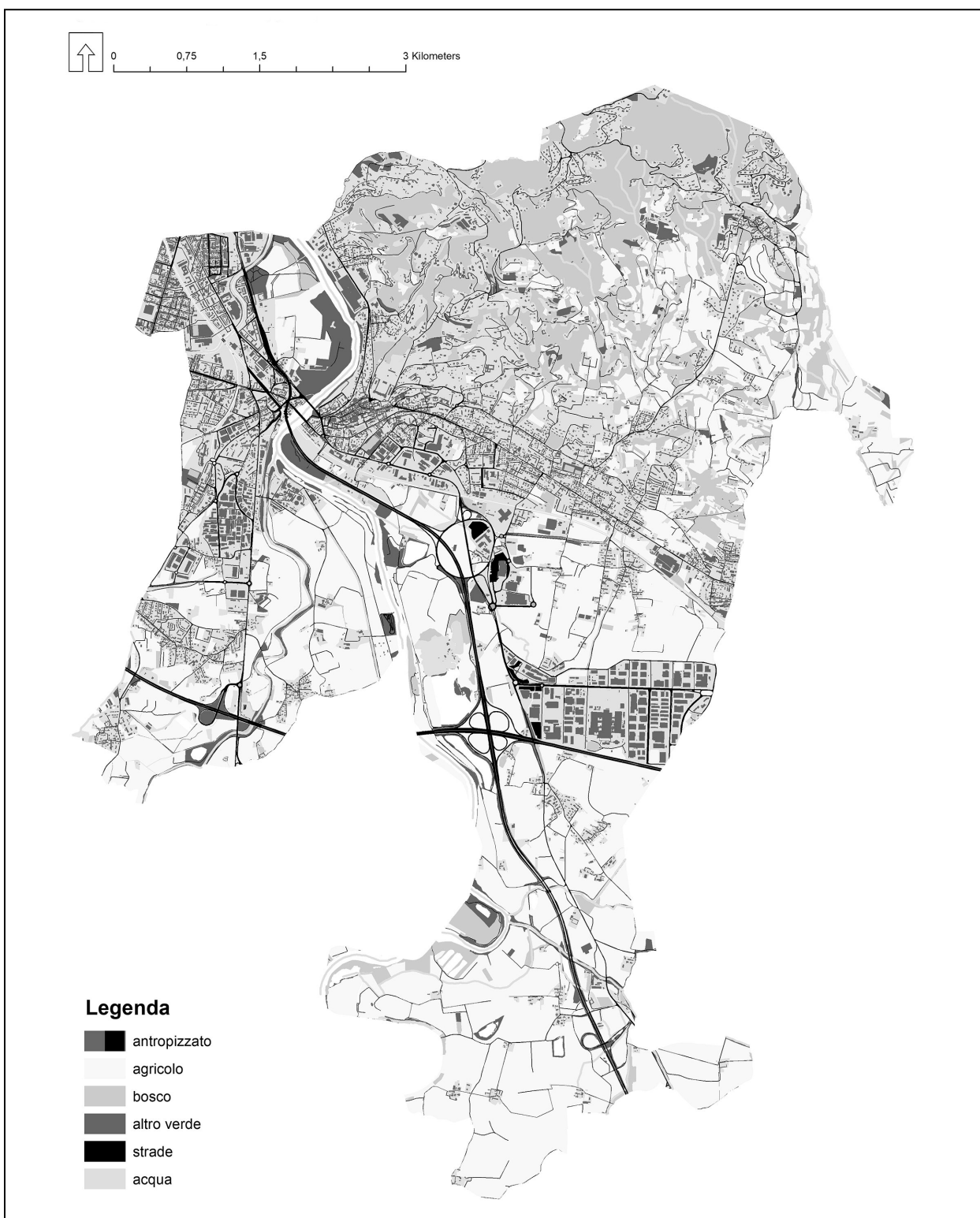


Figura 1 - *Uso del suolo comunale*

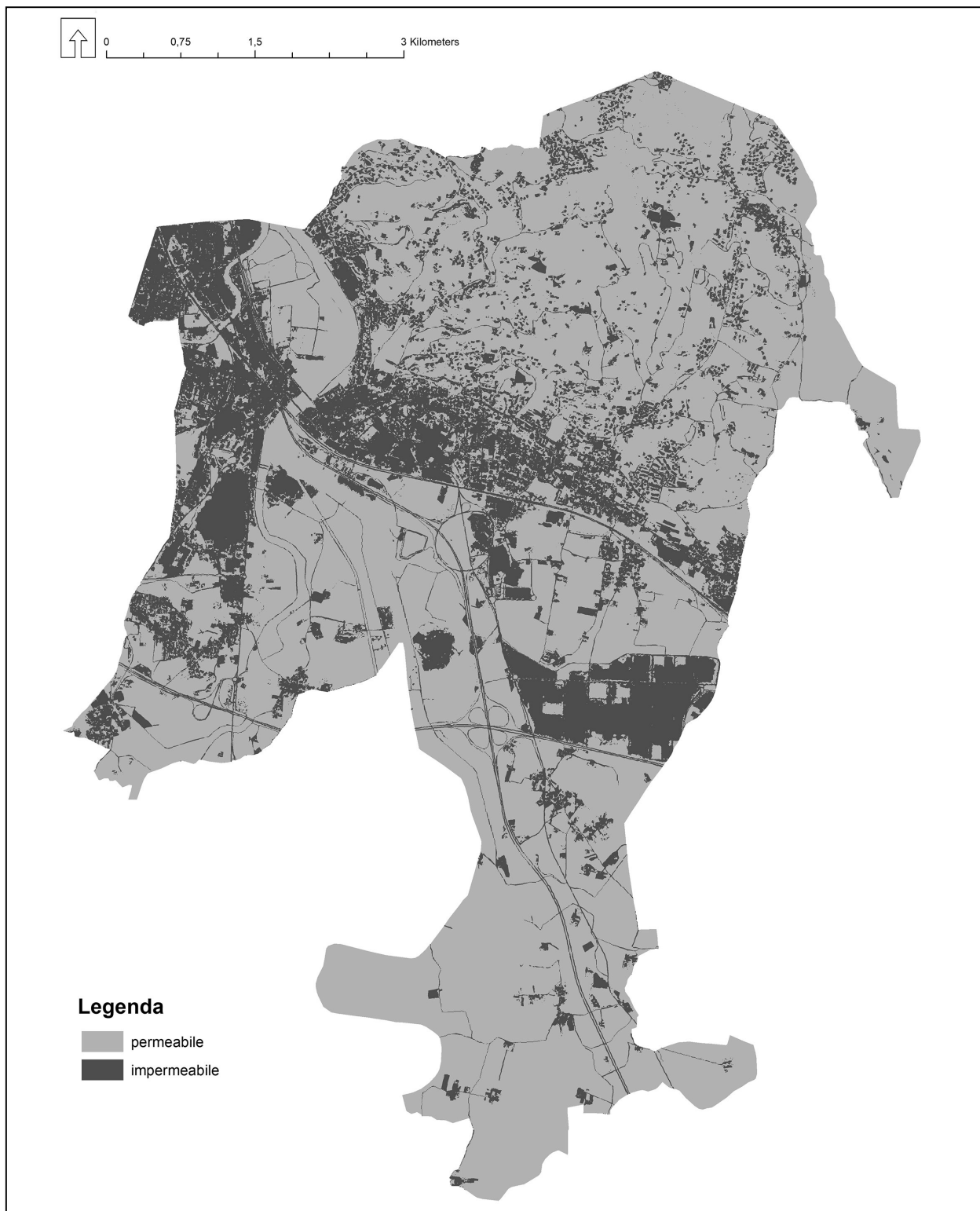


Figura 2 - Copertura del suolo comunale

## Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

frontare i risultati analitici degli output cartografici con le differenti zone normative previste dal PRG. In questo caso, il processo è stato basato sull'intersezione tra il layer informativo delle zone omogenee del vigente PRG e i singoli layer dei tre SE mappati.

Prima di procedere all'intersezione, gli output sono stati prima digitalizzati e in seguito trattati statisticamente normalizzati rispetto al valore più elevato rinvenuto nel contesto di riferimento (ovvero il valore biofisico assoluto per pixel dei tre SE è stato indicizzato con valore 0-1 normalizzando rispetto al contesto dell'intera Città Metropolitana di Torino).

Una volta ottenuta l'indicizzazione delle tre carte HQ, CS e WY, esse sono state intersecate con il layer delle zone normative del PRG e, successivamente, dissolte con procedimento di calcolo statistico del valore medio ecosistemico per ogni zona di piano relativamente ai tre servizi in analisi. La procedura ha generato una prima tabella analitica dei valori medi dei SE rispetto alle zone normative del vigente PRG.

L'output ha consentito di visualizzare la spazializzazione dei valori medi di *delivering capacity* dei tre SE nelle differenti zone di piano ottenendo, di fatto, una valutazione comparativa del comportamento dei differenti SE rispetto alla loro distribuzione spaziale. A tale scopo è stato calcolato l'Ecosystem Service Value (ESV) - quale valore medio per ogni zona omogenea di HQ, CS e WY - che rappresenta un indicatore sintetico della prestazione complessiva ecosistemica nell'ambito di riferimento.

### 3.3 La performance ecosistemica di Moncalieri

La sovrapposizione tra zone normative e database topografico comunale DBtre ha consentito di verificare l'effettiva attuazione del vigente PRG. L'analisi ecosistemica, come anticipato, è stata estesa a tutte le zone di piano individuate dalle Norme Tecniche di Attuazione del PRG:

- le Zone A, ovvero le parti del territorio interessate da insediamenti urbani, nuclei minori, edifici, manufatti che rivestono carattere storico-artistico o ambientale o documentario, articolate in Ar1 (aree interessate da insediamenti urbani costituenti i centri storici), Ar2 (parti del territorio interessate da nuclei minori aventi valore ambientale) e Av (aree collinari di prevalente interesse ambientale);
- le zone B, ovvero le parti del territorio in gran parte o totalmente edificate, articolate in Br (aree a preminente destinazione residenziale in gran parte o totalmente edificate), Bp (aree a preminente destinazione produttiva di carattere industriale, artigianale, commerciale e terziario), Bpr1 (aree di trasformazione da industriale a prevalente terziario, ricettivo commerciale e parte residenziale) e Bpr2 (aree di trasformazione da industriale a prevalente residenziale);
- le zone C, ovvero le parti del territorio di completamento o di nuovo impianto articolate in Cr (aree a preminente

destinazione residenziale), Crs (aree di trasformazione da pubblici servizi ad aree destinate in parte a residenza ed in parte a pubblici servizi), Crc (aree di trasformazione da pubblici servizi ad aree destinate in parte a centro commerciale integrato ed in parte a servizi per commercio e residenza) e Cp (aree parzialmente edificate a destinazione produttiva, commerciale e terziaria);

- le aree speciali di trasformazione, ovvero TCR (aree di trasformazione da servizi ad attività terziarie, residenza e servizi), TR (aree per attività direzionale e terziaria con eventuale inserimento di attività ricettiva e residenziale) e TE (aree a terziario prevalentemente espositivo ed in parte direzionale e ricettivo);
- le zone E, ovvero le parti del territorio preminentemente destinate ad uso agricolo, articolate in Ee (aree libere o scarsamente edificate del territorio rurale di pianura e parte collinare a est di Strada Revigliasco), Ep (aree edificate, edifici e manufatti situati in aree agricole, ma adibiti ad usi extra agricoli di tipo produttivo), Es (vivai) e Es1 (area destinata a serre fisse intercluse tra aree residenziali);
- le zone S, ovvero le parti del territorio destinate a spazi pubblici o riservati alle attività collettive, a verde pubblico o a parcheggio ai sensi DM 1444/68, articolate in Sr (servizi per gli insediamenti residenziali), Sp (servizi afferenti agli insediamenti produttivi, commerciali, terziari e ricettivi) e Srp (servizi afferenti agli insediamenti residenziali di tipo privato);
- le zone F, ovvero le parti del territorio destinate ad attrezzature ed impianti di interesse generale, articolate in FV (aree preminentemente destinate a parco pubblico od assoggettate ad uso pubblico di livello urbano e interurbano), FH (aree destinate ad attrezzature socio sanitarie ed ospedaliere di carattere pubblico), FI (aree destinate ad attrezzature per l'istruzione superiore all'obbligo), Ft (aree destinate ad impianti tecnologici di interesse generale), Frp1 (area compresa nel PTO Regionale destinata ad uso sportivo e tempo libero), Frp2 (area per attrezzature ricettive e parco pubblico), Fg (aree destinate ad altre attrezzature generali di interesse pubblico) e Fe (aree a prevalente destinazione di tipo religioso);
- la Variante di Vadò, ovvero il progetto di riordino urbanistico della zona industriale localizzata a sud-est di Moncalieri.

Dalla lettura della valutazione ecosistemica del Comune di Moncalieri, e in particolare dai dati disaggregati per singolo SE, emerge in maniera evidente che le zone normative del PRG forniscono SE in maniera tendenzialmente omogenea (Tab. 2 e Figg. 3-a, 3b, 3c, 3d). Questo è particolarmente evidente nella quantità di SE forniti dalle Zone A (le aree residenziali con valore storico, artistico ed ambientale) praticamente coincidente con il valore di SE forniti dalle Zone C (le aree di espansione previste dal PRG). Questo perché il valore ecosistemico delle Zone A è rafforzato dal valore disaggregato delle aree collinari (Zone Av), mentre le Zone C, ovvero le aree su cui il PRG immagina le espansioni future, sono preventivamente localizzate nella

parte collinare della città addossata al centro storico o, nel caso della parte pianeggiante del Comune, lungo le direttrici viarie principali. Inoltre è evidente che le Zone B, ovvero le aree della città consolidata, hanno bassissima performance ecosistemica (specialmente in relazione alla *Habitat Quality*) in quanto fortemente impermeabilizzate. Le Zone E, ovvero le parti di territorio riservate ad uso agricolo e costituenti il 38% del suolo di Moncalieri, sono caratterizzate da un basso valore ecosistemico (il più basso dopo le aree del territorio consolidato, le Zone B) a causa della massiva presenza di vivai e serre fisse che, di fatto, rendono le performance relative all'*Habitat Quality* e alla *Carbon Sequestration* basse (le più basse del territorio comunale assieme alle Zone FH). Per contro, le zone S e F che sono riservate agli spazi pubblici forniscono buoni valori ecosistemici soprattutto nelle Zone Frp2, ovvero le aree collinari prossime al Parco della Maddalena, e nelle Zone FV, ovvero le aree a parco pubblico di livello urbano ed interurbano in cui sono ammessi interventi di tutela, miglioramento e valorizzazione delle risorse naturali e paesaggistiche e di riassetto idrogeologico.

#### 4. QUESTIONI. VERSO UN DIMENSIONAMENTO ECOSISTEMICO COME RISPOSTA ALLA VULNERABILITÀ TERRITORIALE?

Il presente articolo illustra i primi risultati di un progetto di ricerca in corso che si propone di interrogarsi, a partire dalla misurazione e valutazione delle performance ecosistemiche della città di Moncalieri, su come applicare il paradigma dei SE nella definizione di politiche di governo alla scala locale finalizzate al contenimento e al buon uso della risorsa suolo come risposta alla vulnerabilità territoriale. L'assunto di base dello studio è che le modifiche degli usi del suolo comportano generalmente scambi di SE e che, quindi, la pianificazione urbanistica può contribuire a preservare gli ecosistemi e assicurare un flusso bilanciato di SE tramite una ragionata allocazione degli usi del suolo nel disegno di piano. In altri termini, questo articolo fornisce un significativo contributo al sistema delle conoscenze empiriche applicate ai modelli di gestione del territorio in quanto analizza e valuta in che modo le zone del vigente PRG di Moncalieri sono in grado di erogare SE nello stato di fatto ed in applicazione dello stato di diritto.

Oltre alle osservazioni puntuali del paragrafo precedente, ciò che emerge in maniera evidente dall'analisi ecosistemica è che la cosiddetta Città Privata, attraverso la regolazione e gestione dei suoi tessuti e mediante i propri parametri fondiari nelle Zone A, B e C del PRG di Moncalieri, fornisce un apporto ecosistemico pari a quello fornito dalla cosiddetta Città Pubblica, ovvero dalle dotazioni di standard urbanistici e territoriali che, in merito alle diverse funzioni urbane e ambiti di integrazione, trovano dimensionamento nelle Zone S e Zone F del PRG. In altri termini, questa simulazione rende evidente che l'equiparazione tra la dotazione minima di servizi ed aree ad uso pubblico (standard urbanistici e territoriali) e SE sia sostanzialmente non-omologa, ovvero che

non solamente la Città Pubblica, attraverso la regolazione delle proprie aree pubbliche o ad uso pubblico, contribuisce all'erogazione di SE per il benessere della cittadinanza garantendo elevate performance ecosistemiche (così come interpretato dal DDLR 302/2018 della Regione Piemonte).

Questo risultato empirico permette di avanzare alcune riflessioni metodologiche su che cosa significa valutare i SE nel piano urbanistico e sulle implicazioni operative sui suoi contenuti, sulle tecniche e nel processo di formazione che questa dimensione analitico-valutativa introduce.

In primo luogo, integrare la dimensione ecosistemica nel piano urbanistico non è un'operazione semplice in quanto le performance dei suoli in riferimento ad uno o più SE non sono direttamente standardizzabili poiché dipendenti dalle relazioni di complessità tra le variabili, ecologiche e non, degli usi del suolo. In altri termini, il "dimensionamento ecosistemico" non pare essere una prospettiva d'azione facilmente perseguibile. Il DDLR 302/2018 della Regione Piemonte ragiona proprio in questi termini provando a declinare la questione ecologica con una nuova dimensione operativa per la disciplina urbanistica che garantisce il riconoscimento delle funzioni ecosistemiche delle superfici libere, naturali e rurali, e la compensazione, il recupero e la mitigazione ambientale delle trasformazioni. In altri termini, il DDLR 302/2018 immagina che 7 mq/ab di standard urbanistico, che corrisponde alla quota differenziale tra il dimensionamento minimo nazionale di 18 mq/ab introdotto dal DI 1444/68 e quello piemontese fissato nella LUR 56/1977 in 25 mq/ab, possano essere interpretati come "standard urbanistico ambientale"<sup>13</sup>, ovvero come quantità di area pubblica o ad uso pubblico su cui localizzare interventi derivanti dalle compensazioni del consumo di suolo, recupero, sistemazione e mitigazione ambientale costituendo dotazione di servizi di natura ambientale, ecologica ed ecosistemica al fine di migliorare la qualità ambientale del territorio e contribuire al contrasto degli effetti delle vulnerabilità. Il DDLR 302/2018 così articolato, quindi, è orientato a valutare le performance ecosistemiche generate dal piano urbanistico attraverso le sue norme di uso del suolo per la Città Pubblica immaginando che questa debba rispettare dei requisiti minimi rispondenti ad obiettivi di qualità e sostenibilità ambientale. Tuttavia, pur nella riconosciuta complessità del tema, riservare il dimensionamento ecosistemico al solo standard urbanistico come paradigma di contenimento del consumo di suolo pare essere una prospettiva limitante. Come emerge dalla valutazione delle zone normative del PRG di Moncalieri, infatti, è evidente che non solo le aree a

<sup>13</sup> I commi successivi dell'articolo 8 del DDLR 302/2018 precisano che questa prospettiva può essere applicata anche agli standard per la funzione produttiva e commerciale oltre che alla dotazione aggiuntiva di aree per attrezzature pubbliche d'interesse generale per la funzione abitativa tale che una quota dei 15 mq/ab prevista a parchi pubblici urbani e comprensoriali può essere destinata quale superficie da utilizzare per la localizzazione degli interventi derivanti dalle compensazioni al fine di migliorare la connettività ecologica e la biodiversità del territorio.

**Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale.  
Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte**

**Tabella 2 - Valori medi dei SE per Zone Normative del PRG di Moncalieri**

Zona Normativa	St (ha)	HQ	CS	WY	ESV
<b>ZONA A – Insediamenti urbani con carattere storico-artistico o ambientale</b>	<b>851,6</b>	<b>0,181</b>	<b>0,231</b>	<b>0,512</b>	<b>0,337</b>
Ar1 – Centro storico	31,5	0,193	0,217	0,489	0,300
Ar2 – Nuclei minori con valore ambientale	41,7	0,169	0,245	0,534	0,300
Av – Aree collinari di interesse ambientale	778,5	0,393	0,281	0,558	0,411
<b>ZONA B – Parti del territorio in gran parte o totalmente edificate</b>	<b>389,0</b>	<b>0,114</b>	<b>0,200</b>	<b>0,470</b>	<b>0,246</b>
Br – Aree residenziali in gran parte edificate	284,0	0,100	0,217	0,490	0,269
Bp – Aree a destinazione produttiva	86,8	0,167	0,186	0,452	0,268
Bpr1 – Aree di trasformazione a prevalente terziario	10,5	0,097	0,177	0,444	0,239
Bpr2 – Aree di trasformazione a prevalente residenziale	7,7	0,039	0,169	0,417	0,208
<b>ZONA C – Parti del territorio di completamento o di nuovo impianto</b>	<b>353,7</b>	<b>0,278</b>	<b>0,231</b>	<b>0,503</b>	<b>0,337</b>
Cr – Aree a destinazione residenziale	293,2	0,280	0,286	0,577	0,381
Crs – Aree per residenza e pubblici servizi	11,2	0,286	0,229	0,507	0,341
Crc – Aree per centro commerciale integrato	2,5	0,194	0,191	0,451	0,279
Cp – Aree edificate a produttivo, commerciale e terziario	46,8	0,350	0,217	0,479	0,349
<b>VARIANTE VADÒ</b>	<b>196,0</b>	<b>0,270</b>	<b>0,198</b>	<b>0,469</b>	<b>0,312</b>
<b>ZONET – Aree speciali di trasformazione</b>	<b>31,8</b>	<b>0,153</b>	<b>0,182</b>	<b>0,438</b>	<b>0,259</b>
TCR – Aree per attività terziarie, residenza e servizi	17,3	0,126	0,165	0,413	0,235
TR – Aree per attività direzionale e terziaria	4,4	0,149	0,180	0,452	0,260
TE – Aree a terziario prevalentemente espositivo	10,1	0,191	0,203	0,449	0,281
<b>ZONE E – Parti di territorio destinate ad uso agricolo</b>	<b>1.602,2</b>	<b>0,207</b>	<b>0,207</b>	<b>0,502</b>	<b>0,306</b>
Ee – Aree libere del territorio rurale di pianura	1.594,9	0,397	0,264	0,557	0,406
Ep – Aree edificate adibite ad usi extragricoli	6,5	0,275	0,294	0,628	0,399
Es - Vivai	0,6	0,103	0,133	0,378	0,205
Es1 – Serre fisse	0,2	0,054	0,138	0,447	0,213
<b>ZONE S – Spazi pubblici (art. 21 LUR 56/77)</b>	<b>165,8</b>	<b>0,310</b>	<b>0,236</b>	<b>0,512</b>	<b>0,353</b>
Sr – Servizi residenziali	151,3	0,269	0,235	0,511	0,339
Sp – Servizi produttivi, commerciali, terziari e ricettivi	9,7	0,436	0,193	0,458	0,362
Srp – Servizi residenziali di tipo privato	4,8	0,225	0,279	0,567	0,357
<b>ZONE F – Attrezzature ed impianti di interesse generale (art. 22 LUR 56/77)</b>	<b>537,0</b>	<b>0,331</b>	<b>0,267</b>	<b>0,519</b>	<b>0,372</b>
FV – Aree a parco pubblico	484,7	0,540	0,291	0,548	0,460
FH – Attrezzature socio sanitarie ed ospedaliere	1,4	0,041	0,208	0,459	0,236
FHP - Attrezzature socio sanitarie ed ospedaliere di tipo privato	3,1	0,604	0,304	0,453	0,454
FI – Attrezzature per istruzione superiore	6,0	0,238	0,256	0,538	0,344
Ft – Aree per impianti tecnologici	19,1	0,227	0,218	0,490	0,311
Frp1 – Area del PTO destinata a uso sportivo e tempo libero	6,6	0,284	0,240	0,535	0,353
Frp2 – Aree per attrezzature ricettive e parco pubblico	0,6	0,697	0,422	0,628	0,582
Fg – Aree per attrezzature generali di interesse pubblico	3,6	0,098	0,198	0,461	0,25
Fe – Aree a destinazione religiosa	11,8	0,253	0,265	0,555	0,358

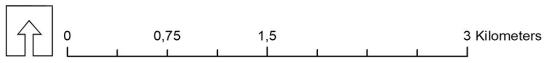


Figura 3a - Le performance ecosistemiche del Comune di Moncalieri: Habitat Quality

Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale.  
Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

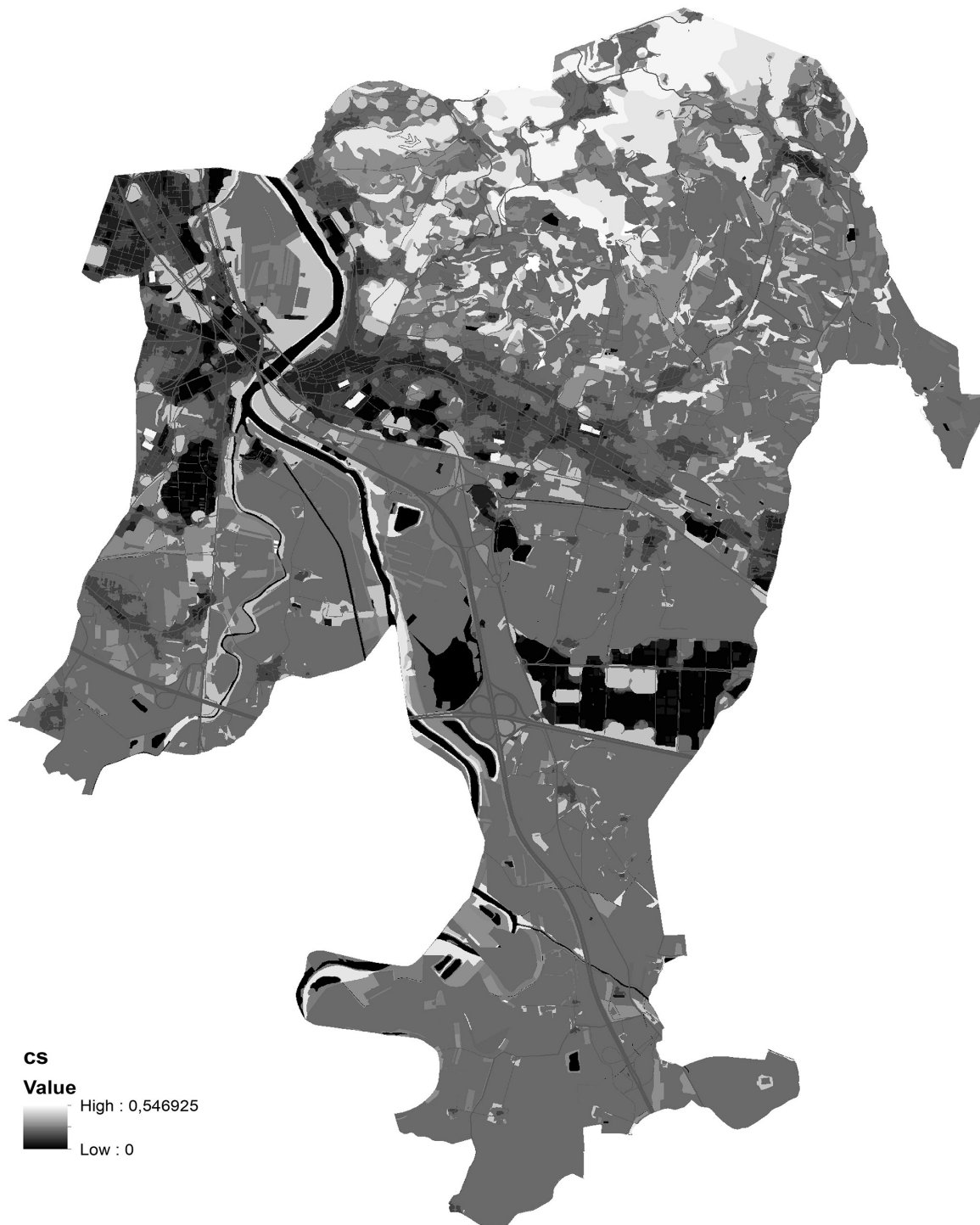


Figura 3b - Le performance ecosistemiche del Comune di Moncalieri: Carbon Sequestration

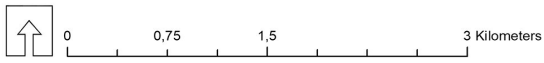


Figura 3c - Le performance ecosistemiche del Comune di Moncalieri: Water Yield



Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale.  
Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

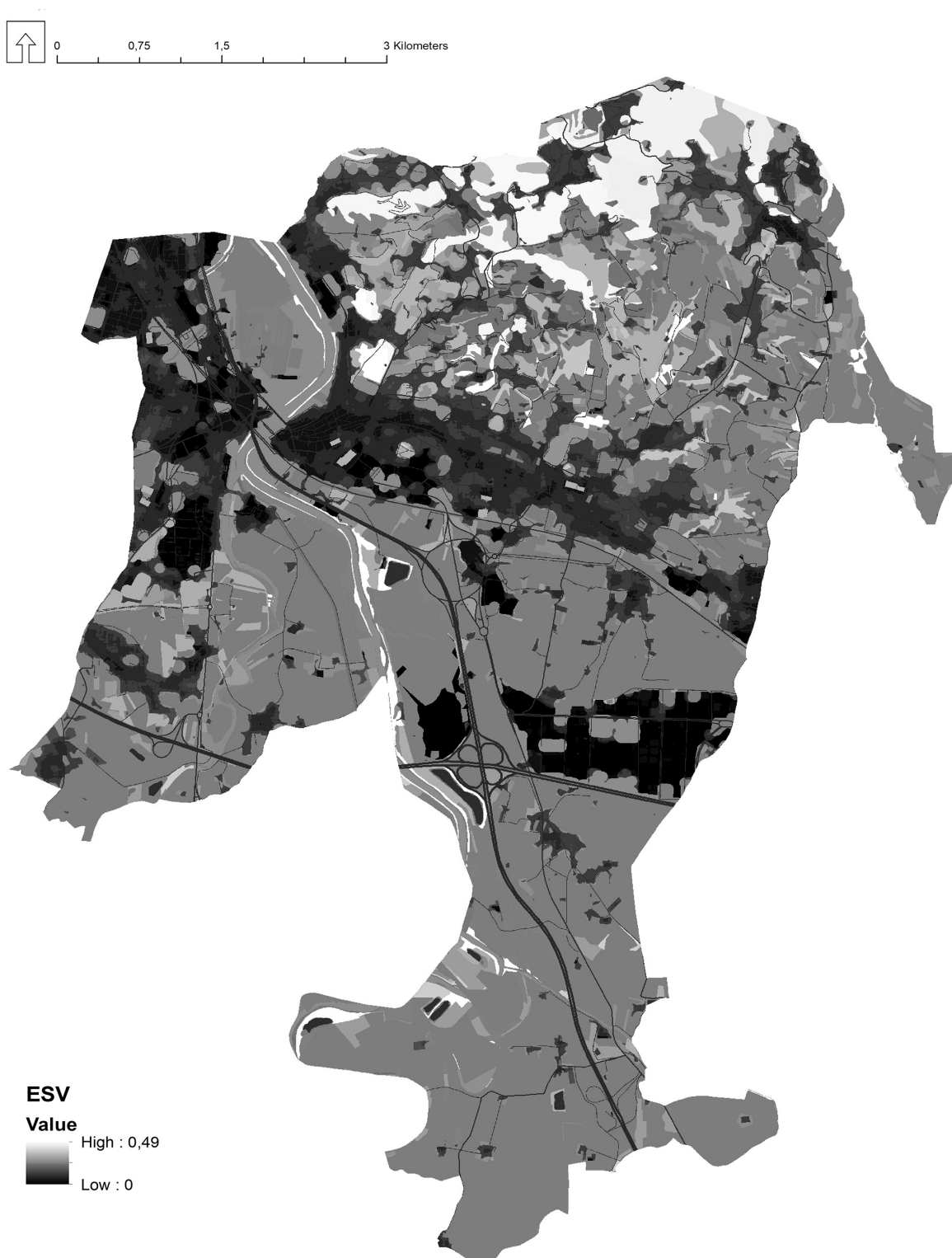


Figura 3d - Le performance ecosistemiche del Comune di Moncalieri: Ecosystem Service Value

standard urbanistico hanno fornito un'elevata erogazione di SE ma anche altre aree appartenenti al dominio della Città Privata hanno contribuito ad elevare la performance ambientale dei suoli del Comune come ad esempio le aree collinari (normate come Zone A) e le aree agricole (normate come Zone E). In sintesi, il puro dimensionamento quantitativo della performance ecosistemica del suolo a funzione pubblica pare non essere una prospettiva che può favorire la corretta compensazione ecosistemica.

La prospettiva qui introdotta, invece, persegue due elementi di carattere generale. Il primo, che sostanzialmente si colloca nel solco tracciato dal DLLR 302/2018, auspica che accanto al semplice dimensionamento ecosistemico vengano introdotti dei parametri qualitativi per il progetto del suolo pubblico in grado di interpretare i requisiti delle componenti ecosistemiche necessarie al raggiungimento degli obiettivi prefissati, quali ad esempio la percentuale di permeabilità del suolo, il numero di impianti arborei e arbustivi in relazione alle funzioni ecologiche delle specie, le regole compositive degli spazi aperti, la previsione di zone umide/fitodepurazione. La seconda, invece, auspica un ripensamento dell'approccio ecosistemico orientato verso il bilancio ecosistemico della città come indicato dalle Linee Guida per l'Integrazione dei Cambiamenti Climatici e della Biodiversità nella Valutazione Ambientale Strategica (VAS) dell'Unione Europea (2013). In questo documento, la VAS è considerata come il veicolo obbligatorio per introdurre i SE nella pianificazione tramite un approccio olistico di superamento alla settorialità che tradizionalmente caratterizza le valutazioni ambientali (Brunetta, 2006). In pratica,

i SE potrebbero essere utilizzati nella VAS sia nella fase di *baseline* e nella fase di *scoping*, per rilevare i dati dello scenario di riferimento e per individuare i temi chiave della valutazione, sia nella considerazione delle alternative di progetto in quanto possono integrare gli obiettivi e i criteri di valutazione. Ad esempio, il più generale l'obiettivo di "proteggere ed accrescere la biodiversità" potrebbe essere riformulato secondo la logica ecosistemica come "rispetto ad una determinata trasformazione, quale sarà l'effetto sui SE che forniscono biodiversità?". In questi termini, nonostante la mappatura delle differenti funzionalità dei suoli costituisce la base per successiva valutazione qualitativa da integrare nella VAS, questa prospettiva potrebbe dare risposta ad alcune domande sostanziali rispetto a quali funzioni svolge il suolo (stato di fatto) e se queste sono "coerenti" con quelle che potrebbe svolgere (stato di diritto) ma allo stesso tempo quali funzioni potrebbe svolgere secondo un miglioramento degli usi correnti da progettare nello strumento urbanistico (scenario di progetto). La stretta integrazione e il reciproco dialogo tra analisi ecosistemica, zonizzazione degli strumenti urbanistici e procedure di VAS permetterebbe quindi di superare la generale estensione a tutto il territorio comunale delle risposte mitigative e compensative alle vulnerabilità territoriali focalizzando invece soluzioni differenziate e specifiche rispetto alle zone normative del piano urbanistico. Questa nuova dimensione cognitiva opererebbe per una disciplina urbanistica capace di elaborare e dotarsi di nuovi e rinnovati strumenti, espressione di una pianificazione più flessibile, resiliente ed ecologicamente orientata.

\* **Ombretta Caldarice**, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto, Politiche del Territorio (DIST), Politecnico di Torino.  
e-mail: ombretta.caldarice@polito.it (corresponding author)

\* **Stefano Salata**, Dipartimento Interateneo di Scienze, Progetto, Politiche del Territorio (DIST), Responsible Risk Resilience Centre - R3C, Politecnico di Torino.  
e-mail: stefano.salata@polito.it

## Bibliografia

ALBRECHTS L., "Some ontological and epistemological challenges", in Albrechts L., Balducci A., Hillier J. (eds.), *Situated Practices of Strategic Planning. An international perspective*, Routledge, London and New York, 2017, pp. 1-11.

ARCIDIACONO A., RONCHI S., SALATA S., *Un approccio ecosistemico al progetto delle infrastrutture verdi nella pianificazione urbanistica. Sperimentazioni in Lombardia*, Urbanistica, No. 157, 2017, pp. 102-110.

BARBIERI C.A., GIAIMO C., *Paradigmi ecosistemici, piano urbanistico e città contemporanea. L'esperienza del progetto LIFE SAM4CP*, Urbanistica, No. 157, 2017, pp. 114-121.

BOYD J., BANZHAF, S., *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*, Ecological Economics, No. 63, 2007, pp. 616-626.

BORGOGNO-MONDINO E., FABIETTI G., AJMONE-MARSAN F., *Soil quality and landscape metrics as driving factors in a multi-criteria GIS procedure for peri-urban land use planning*, Urban For Urban Green, No. 14, 2015, pp. 743-750.

BRAAT L., DE GROOT R.S., *The ecosystem services agenda: bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy*, Ecosystem Services, No. 1, 2012, pp. 4-15.

BRENNER N., SCHMID C., "Planetary urbanisation", in Matthew G. (eds.), *Urban Constellations*, Jovis, Berlin, 2011, pp. 10-13.

BRUNETTA G., CALDARICE O., "Putting Resilience into Practice. The Spatial Planning Response to Urban Crisis", in Brunetta G., Caldarice O., Tollin N., Rosas-Casals M., Morató J. (eds.) *Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance. Theory and Practice*, Springer, Cham, 2019, pp. 27-41.

## Valutare i Servizi Ecosistemici nel Piano come Risposta alla Vulnerabilità Territoriale. Una Riflessione Metodologica a partire dalla Proposta di Legge sul Consumo di Suolo in Piemonte

- BRUNETTA G., *Valutazione e pianificazione. Verso l'integrazione?*, Scienze Regionali – Italian Journal of Regional Science, Vol. 5, No. 3, 2006, pp. 119-126.
- CALDARICE O., *Reconsidering Welfare Policies in Times of Crisis. Perspective for European Cities*, Springer, Cham, 2018.
- CAMPOS VENUTI G., *Le innovazioni del piano: perequazione ed ecologia*, Urbanistica, No. 112, 1999, pp. 66-74.
- COSTANZA R., DE GROOT R., BRAAT L., KUBISZEWSKI I., FIORAMONTI L., SUTTON P., FARBER S., GRASSO M., *Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?*, Ecosystem Services, Vol. 28, 2017, pp. 1-16.
- DELPHIN S., ESCOBEDO F.J., ABD-ELRAHMAN A., CROPPER W.P., *Urbanization as a land use change driver of forest ecosystem services*, Land Use Policy, No. 54, 2016, pp. 188-199.
- ELMQVIST T., FRAGKIAS M., GOODNESS J., GÜNERALP B., MARCOTULLIO P.J., McDONALD R.I., PARNELL S., SCHEWENIUS M., SENDSTAD M., SETO K.C., WILKINSON C. (eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, Springer, Dordrecht, 2013.
- EUROPEAN COMMISSION, *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*, Luxembourg, 2016.
- EUROPEAN UNION, *Guidance on integrating climate change and biodiversity into strategic environmental assessment*, Luxembourg 2013.
- FALCO L., *I "nuovi" standard urbanistici*, Edizioni delle Autonomie, Roma, 1987.
- GABELLINI P., *Le mutazioni dell'urbanistica. Principi, tecniche, competenze*, Carocci Editore, Roma, 2018.
- GLAESER E., *The Triumph of the City*, Macmillan, London, 2011.
- JACOBS J., *The Economy of Cities*, Random House, New York, 1969.
- HAASE D., FRANTZESKAKI N., ELMQVIST T., *Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications*. *Ambio*, No. 43, 2014, pp. 407-412.
- HAINES-YOUNG R., POTSCHEIN M., "The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being", in Raffaelli D., Frid C. (eds.), *Ecosystem Ecology: A new Synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011, pp. 110-139.
- MAES J., EGOH B., WILLEMEN L., LIQUETE C., VIHERRAARA P., SCHÄGNER J.P., GRIZZETTI B., DRAKOU E.G., LA NOTTE A., ZULIAN G., BOURAOU F., PARACCHINI M.L., BRAAT L., BIDOGGIO G., *Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union*, Ecosystem Services, Vol. 1, No. 1, 2012, pp. 31-39.
- McPHEARSON T., ANDERSSON E., ELMQVIST T., FRANTZESKAKI N., *Resilience of and through urban ecosystem services*, Ecosystem Services, Vol. 12, 2015, pp. 152-156.
- MEEROW S., NEWELL J.P., *Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit*, Landscape and Urban Planning, Vol. 159, 2017, pp. 62-75.
- MONONEN, L., AUVINEN, A.P., AHOKUMPU, A.L., RÖNKÄ, M., AARAS, N., TOLVANEN, H., KAMPPIINEN, M., VIIRRET, E., KUMPULA, T., VIHERRAARA, P., *National ecosystem service indicators: Measures of social-ecological sustainability*, Ecological Indicators 61, 2016.
- MOONEY H., LARIGAUDERIE A., CESARIO M., ELMQVIST T., HOEGH-GULDBERG O., LAVOREL S., MACE G., PALMER M., SCHOLES R., YAHARA T., *Biodiversity, climate change, and ecosystem service*, Current Opinion in Environmental Sustainability, No. 1, 2009, pp. 46-54.
- PARTIDARIO M.R., GOMES R.C., *Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment*, Environmental Impact Assessment Review, Vol. 40, 2013, pp. 36-46.
- PICKETT STA, CADENASSO ML, GROVE JM, BOONE CG, GROFFMAN PM, IRWIN E., KAUSHAL SS, MARSHALL V, McGRATH BP, NILON CH, POUYAT RV, SZLAVECZ K, TROY A, WARREN P., *Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress*, Journal of Environmental Management, Vol. 92, No. 3, 2011, pp. 331-362.
- PONZINI D., *Introduction: crisis and renewal of contemporary urban planning*, European Planning Studies, Vol. 24, No. 7, 2016, pp. 1237-1245.
- PULIGHE G., FAVA F., LUPIA F., *Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning*. Ecosystem Services, No. 22, 2016, pp.1-10.
- SALATA S., *Land take in the Italian Alps*, Management of Environmental Quality: An International Journal, No. 25, 2014, pp 407-420.
- SASSEN S., *The Global City: New York, London, Tokyo*, Princeton University Press, Princeton, 1991.
- SAUERWEIN M., "Urban Soils-Characterization, Pollution, and Relevance in Urban Ecosystems", in Niemelä J., Breuste J., Thomas E., Glenn G., Philip J., McIntyre N.E. (eds.), *Urban Ecology*, Oxford University Press, Oxford, 2011, pp. 45-58.
- SETO K.C., PARNELL S., ELMQVIST T., "A Global Outlook on Urbanization". Elmqvist T., Fragkias M., Goodness J., Güneralp B., Marcotullio P.J., McDonald R.I., Parnell S. Schewenius M., Sendstad M., Seto K.C., Wilkinson C. (eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, Springer, Dordrecht, 2013.
- SHARP R., TALLIS H.T., RICKETTS T., GUERRY A.D., WOOD S.A., CHAPLIN-KRAMER R., NELSON E., ENNAANAY D., WOLNY S., OLWERO N., VIGERSTOL K., PENNINGTON D., MENDOZA G., AUKEMA J., FOSTER J., FORREST J., CAMERON D., ARKEMA K., LONSDORF E., KENNEDY C., VERUTES G., KIM C.K., GUANNEL G., PAPPENFUS M., TOFT J., MARSIK M., BERNHARDT J., GRIFFIN R., GLOWINSKI K., CHAUMONT N., PERELMAN A., LACAYO M., MANDLE, L., HAMEL P., VOGL A.L., ROGERS L., BIERBOWER W., DENU D., DOUGLASS J., 2018.
- SUKOPP H., *On the early history of urban ecology in Europe*, in Marzluff J.M, Shulenberger E., Endlicher W., Alberti M., Bradley G., Ryan C., Simon U., ZumBrunnen C. (eds), *Urban Ecology*, Springer, Boston, 2008.



# Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy

Ombretta Caldarice\*, Stefano Salata\*\*

*key words:* ecosystem service, strategic environmental assessment (SEA), urban standards, land use planning, biodiversity, territorial vulnerability, land take

## Abstract

*Ecosystem Services (ES), e.g., benefits that the soil provides to communities, represents a new paradigm that supports the transition of land use planning towards environmental consideration. The application of ES during the decision-making process is crucial to make the ex-ante evaluation of the environmental and socioeconomic effects of land use changes. ES assessment supports the preliminary measurement of ecosystemic trends due to land use changes both*

*biophysically and qualitatively. Nonetheless, even if the biophysical analysis of ES achieved optimal results, it has been less explored how to fill the gap between the theoretical evaluation of ES and its practical implementation for urban design. At the international and academic stage, the significance of ES is therefore high since one of the most prominent critics that come from the debate is that ES assessment is practically weak and insufficient to provide an operational framework for*

effective utilization in land use planning in adapting to territorial vulnerabilities.

The paper will consider the issues mentioned above analysing the land take regulation in the Piedmont Region, e.g., Law no. 302/2018 "Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo". The paper intends to a theoretical reflection on how the operational application of ES can be actively and practically used to support land use planning especially performing ecological compensation for new urban development. In the methodological section, the

General Land Use Plan of the city of Moncalieri, a city near Turin (Italy) will be evaluated testing the ecosystem performance based on the evaluation of three ES (Habitat Quality, Carbon Sequestration, Water Yield) of each land use zone. The calculation forwards an assessment of the most common regulative soil ES in Moncalieri finding a homogeneous distribution in the whole city both public and private on). The main findings of the research indicate that ES can be proactively used to increase the knowledge and the ecosystemic condition of the communities through their utilization for land use planning processes.

## 1. AN ECOLOGICAL PERSPECTIVE FOR SPATIAL PLANNING<sup>1</sup>

The global socioeconomic changes that are affecting cities require a radical reconsideration of the complex relations of urban system in order to address future challenges better (Gabellini, 2018)<sup>2</sup>. The crisis that under-stresses contemporary cities is mainly due to the progressive and uncontrolled "planetary urbanization"<sup>3</sup> (Brenner and Schmid, 2011) that increases both territorial and social vulnerabilities of cities (Brunetta e Caldarice, 2019).

The traditional emphasis posed to the city, as an accelerator of economic system (Jacobs, 1969), engine of globalization (Sassen, 1991) and attractor of innovation (Glaeser, 2011), today leaves the stage to the emerging the awareness of the importance that urban areas implies for environmental balance (Elmqvist *et al.*, 2013). Nowadays, there is growing attention to ecological issues that are crucial to addressing healthier conditions of the environment and citizens (Seto *et al.*, 2013). Synthetically, this perspective requires to a new cognitive approach on spatial planning and urban design – such as the growth control, the land take limitation and the application of urban regeneration at urban scale (Albrecht, 2017).

A crucial contribution to this emerging perspective comes from the field of Ecosystem Service (ES) studies that

represents a new discipline aimed at consider the soil as a limited resource which play an essential role to the collective well-being limiting anthropic noises and generating new performances (Costanza *et al.*, 2017; Maes *et al.*, 2012; Partidario e Gomes, 2013). ES gained success in the early Nineties when referred to the environmental assessment of specific land use changes<sup>4</sup> (McPhearson *et al.*, 2015; Meerow e Newell, 2017), and therefore their importance was associated with their capacity of aiding the decision-making process for territorial government in addressing territorial vulnerabilities (Mooney *et al.*, 2009).

In this perspective, the ES can be necessary support for spatial planning and urban project as they allow understanding and evaluating the environmental effects deriving from the transformation of land use and their indirect economic and social consequences. The evaluation of SEs (Maes *et al.*, 2012; Pulighe *et al.*, 2016; European Commission 2016) needs to address the ecosystem value differences both in quantitative (biophysical and economic) and qualitative terms (trade-off between optimal functions and propensity to land uses), managing to evaluate the quality instead of the only amount of the transformed soil.

Unfortunately, the connections between the theoretical knowledge of the ES and their practical use in planning are still weak (Meerow & Newell, 2017). In particular, the methodologies for the quantification and mapping of the ES are not systemically oriented to the evaluation of the forecasted land use transformation in the Strategic Environmental Assessment (SEA) process. In this direction, analyses related to the implementation of the ecological effectiveness of land use plans should,

<sup>1</sup> This paper is the result of the combined research activity of the authors. Nonetheless, Ombretta Caldarice authors the final version of sections 1 and 4, while sections Stefano Salata authors 2 and 3.

<sup>2</sup> Contemporary cities are under challenging socio-economic changes (economic and financial crisis, emerging inequalities, poverty and social instances) and environmental too (land take and soil sealing, climate change, noise and pollution that affect human health). This situation requires a new role of spatial planning to find adequate solutions (Ponzini, 2016).

<sup>3</sup> In the United Nations Report entitled World Urbanization Prospects, in 2014 the 55% of the world's population is living in urban areas with a rising trajectory that will reach 66% in 2050. This data increases if compared with European cities (73% in 2014 and 82% in 2050) and in Italy (69% in 2014 and 78% in 2050).

<sup>4</sup> Ecological mitigation and compensation measures were not considered in the traditional planning procedure during the Seventies to the Nineties. Few examples in Italy (after the Nineties) considered environmental mitigation. An example is the Land Use Plan of Reggio Emilia (designed by Giuseppe Campos Venuti in 1999) that introduced as major innovation urban equalization and ecological compensation for urbanizations.

therefore, be innovated through the addition of criteria for guiding the ecosystem processes to integrate and support the tools that build the sustainable city project.

In this direction, the main innovation of mapping and assessing ES is therefore related to the capacity of understanding and also quantify socially and economically the effects of land use change. In a nutshell, ES are a "bridging concept" (Braat e de Groot, 2012) that lead to overcoming the simplistic vision of the nature against the human-made world, assuming that natural ecosystems are integrated with anthropic areas in its broad and inclusive meaning.

Within this context, the Piedmont Region recently approved the proposed legislation named "Norme urbanistiche e ambientali per il contenimento del consumo del suolo (Law no. 302/2018)". The Law aims at pursuing a sustainable urban development limiting the land take and favoring, as an alternative, actions to restore the permeability and filtering capacity of soils, while not the urban regeneration and requalification of the existing built-up stock. The new Law integrates the rules defined by the Regional Plan giving priority to the land take limitation (with the objective to reach a no net land take on 2040). To reach this target, the Law introduces some limiting thresholds that define the amount of allowed urban transformations in specific sites with the temporal decay of building rights for planned but unrealized urban transformations. To what concerns ES, article 8 introduces the "urban/environmental standards"<sup>5</sup>, here intended as the portion of the public city that has to be devoted to environmental ecology and ecosystem provisioning.

On the light of this new institutional framework, this contribution is focused on measuring and assessing the ecosystem performance of the City of Moncalieri (TO) with the support of spatial georeferenced maps of three ES<sup>6</sup> (Habitat Quality, Carbon Sequestration, Water Yield), that are selected to meet the principal soil supporting and regulative functions generated by the land use plan. Results are ecosystem indexes distributed for each functional parcel-based zone of the land use plan that are summoned up by a synthetic indicator that provides an average ES value for each regulative zone.

Discussions are focused on the distribution of the ES provisioning capacity of each functional area, taking into

account the capacity of the land use plan to generate a healthier and sustainable city.

The study addresses two main issues: i) the quantitative knowledge of the ES delivering capacity for each functional zone and ii) the efficacy of the new Law no. 302/2018 to define the minimum amount ES for each functional zone.

The paper is structured in three parts: after the introduction, the first part introduces the practical application of ES in planning, the second describes the methodology for the spatial ES assessment in the city of Moncalieri, while the third provides a discussion around the results obtained forwarding some guidelines for spatial planning in an ecological perspective.

## 2. ECOSYSTEM SERVICES IN PRACTICE

ES paradigm stems from the academic literature of the Seventies on urban ecology (Sukopp, 2008) but has spread, from the Nineties onwards, with the aim of giving an economic weight to the contribution of ecological processes to human life that, traditionally, has been considered cost-free and unlimited. The logic behind the notion of ES then, is that the quantification of their economic value would encourage greater awareness of their indispensable role, would allow to consider them as components to be generally taken into consideration in the context of decision-making and, therefore, would foster social and political choices that are more environment-friendly and sustainable.

Despite several interpretations<sup>7</sup>, in the urban planning framework the most suitable one links ES to the soil modification that, in turn, is one of the most influenced components by the impact of human activities (Pickett *et al.*, 2011) and their altering actions<sup>8</sup>. From this perspective, it can be said that soil has a good "ecosystem quality" when it provides ecological, economic and social functions, guaranteeing an adequate supply of ES (Borgogno-Mondino *et al.*, 2015).

From the taxonomic point of view, the European Environmental Agency (EEA) ranks the ES by the CICES classification (Common International Classification of Ecosystem Services). As Haines-Young and Potschin (2011) point out, «For the purposes of CICES, ecosystem services are defined as the contributions that ecosystems make to human well-being. They are seen as arising from the interaction of biotic and abiotic processes, and refer

<sup>5</sup> The Piedmont spatial planning law no. 56/1977 (updated by the Law no. 372013) defines urban standard as "the minimum public space per inhabitant that has to be provided for new urban areas" (Falco, 1987). Notably, the Law defines that for each new theoretical inhabitant the plan has to provide at least 25 sqm of public areas, updating the Italian Law no. 1444/1968 that fixed this amount at 18 sqm/inhabitant. In the Piedmont Region, this differential amount can be developed in private areas for public uses by an agreement between the Public Administration and the private owners (Caldarice, 2018).

<sup>6</sup> The methodology here employed has been experimented in the European project LIFE SAM4CP. For a synthetic view of this approach see Barbieri and Giaimo (2017).

<sup>7</sup> However, there is not yet an agreement about a standard definition of ecosystem services at the scientific level (Boyd and Banzhaf, 2007) as scholars provide definitions according to their research fields. The meaning issue is particularly relevant as it relates to ways the concept is understood, considering that ES do not relate to any natural phenomenon, but rather to a human interpretation.

<sup>8</sup> In short, urban soils are "substances sink" (Sauerwein, 2011).

specifically to the 'final' outputs or products from ecological systems».

CICES classifies ES in:

- provisioning services that supply goods and raw materials such as food, water, fuel, and biomass;
- regulating services that affect climate, air and water quality, soil formation through carbon sequestration and storage, erosion and nutrients control, regulation of the water quality, protection and mitigation of hydrological phenomena, genetic reserve and biodiversity conservation;
- cultural services that include non-material benefits, such as cultural identity, ethical and spiritual functions, aesthetic and recreational values, landscape and natural heritage.

Over the last ten years, moreover, the discussion on ES has broadened, both to orient a more precise determination of ecological and economic value and use of this paradigm in the decision-making process. On the first side, the assessment methods usually applied and approved base on the clear distinction between monetary and non-monetary techniques: the former aim to achieve a quantification in terms of ES money-value, while the latter aim to bring out quantities or qualities that cannot be quantified in terms of money and that can extend the values-spectrum considered. Monetary methods are predominant, as their results can be applied more easily in the decision making. On the contrary, non-monetary techniques are less common (Mononen *et al.*, 2016) but more diverse from the point of view of practices and outputs, being based on the principle that ES are "spatially explicit" (Haase *et al.*, 2014) and that it is therefore not possible to consider them without geographical references. In contrast with commodities, indeed, ES are not exchangeable, and therefore their location is a crucial characteristic for their value.

On the other side, instead, a wide and growing area of study focuses not only on the typological ES classification but also on the possible impact that they might have on planning tools, as it is now evident that changes in land use can crucially influence ES provision (Delphin *et al.*, 2016, Salata, 2014) and that spatial planning play a key role in protecting, safeguarding or improving them (Arcidiacono *et al.*, 2017).

However, today's knowledge on ecosystem values primarily aims to define the status indicators related to the statistical evaluation of the ecosystem-mean-value among land use classes (the current state) and addresses much less the values of the administrative zones of the local plan at the parcel-based level.

In order to make the land use plan an essential element for the ecological perspective, both analytical-assessment and designing dimensions require innovation in terms of contents, technique, and training process, in line with the new paradigm of ecosystem-properties of soils (Partidario and Gomes, 2013). This approach can

proactively respond to the European Strategy for the Integration of Climate Change and Biodiversity (EU, 2013) in the process of Strategic Environmental Assessment-SEA for Plans and Programs. Briefly, we can state that the ES assessment in spatial planning and urban design is one of the challenges that scientific knowledge and administrative practice will have to face in the coming years in order to strengthen the universal awareness about environmental resources protection for ecosystems balance.

### 3. THE ECOSYSTEMIC PERFORMANCE OF THE CITY OF MONCALIERI

The City of Moncalieri, directly south from Turin, is located in the south-east axis that from the main town follows the Po river course along both the Turin-Piacenza-Brescia and Liguria directions, in line with Alessandria and Genoa. The town has a population of 57.234 inhabitants (ISTAT, 2017) and consists of about 6,200 buildings (as pointed out by the BDTre Digital Topographical Database of Piedmont Region).

Moncalieri territory has a quite diverse orography and consists of a flat part that develops mainly in the southern and western sectors of the municipal boundaries, and of the Po river basin that from the City of Moncalieri enters in Turin along the Turin hill ridge. In Moncalieri settlement has developed transversely to the longitudinal axis of the river, approaching to the bay which signals the Turin entrance. However, Moncalieri has also extensively expanded in the hilly northern part of the municipal territory, where settlements mainly distribute along the main streets that provide access to the Turin hill, also with high-density levels of land use. This high accessibility and infrastructure level is precisely what determines Moncalieri peculiarity: the city is located at the entrance of the North-Italian highway system and directly linked to the Turin beltway network. For this reason, the city has historically seen the development of large industrial areas, as the Vadò area, one of the largest in the metropolitan area. On the other hand, the Po River crossing has historically represented a limit to the development of settlements. Thus, in summary, the geological, morphological and hydrographic characteristics of Moncalieri make its municipal territory naturally susceptible to high levels of vulnerability.

The analysis on the macro categories of land use, according to the regional digital topographic database (2018), indicates that 34% of the territory consists of the anthropic system (including urban green spaces and urban free spaces), 39% comprises agricultural land, while the woodland occupies 14% of the territory. A remaining part of extra-urban green areas covers the 4% of the territory; the infrastructure system occupies the 6% while bodies of water represent the remaining 3%. The anthropic system, although no representing the majority of land uses, covers a significant ecological and landscape



impact. The rate of impermeable soil, calculated with the spatial interpolation of data from the High-Resolution database built up area Imperviousness (2012), is about 26%, but the comparison with the anthropic system (permeability index of anthropic soil), shows that approximately 78% of urban land is impermeable (Table 1 and Figure 1 and Figure 2). This percentage expresses a remarkable critical level considering that in the stock of 1,638 hectares of urban land almost the 80% consists of impermeable material and therefore it is exposed to complete soil degradation, the consequent increase in hydrogeological risk and surface run-off, depletion of ecosystem functions and the increase of heat islands. The current land use plan (approved in 1997 and upgraded with several variations until the 2016 final version) is an instrument that has almost finished its building capacity. As the document review shows, the land use plan still has few zones that need to be completed, either through direct interventions with built-up permissions, or through new built-up expansion zones to design with new masterplans.

Primarily, the land use plan of Moncalieri has designed and regulated the current structure of the city based on a central settlement system laying on the Po river body and expansions along Corso Savona and Strada Torino axis, while industrial settlements are located in the south part of the city.

Table 1 - Land use and land cover

	Land use/cover type	Surface (ha)	Land use in ex (%)
Land use	Antropic	1.638,87	34,48%
	Agricoltura	1.838,60	38,68%
	Natural and Seminatural	654,44	13,77%
	Other (green)	173,21	3,64%
	Infrastructures	294,33	6,19%
	Water	153,54	3,23%
		4.752,99	100,00%
Land cover	Impermeable	1.276,94	26,87%
	Permeable	3.476,05	73,13%
		4.752,99	100,00%

Ecosystem assessment is developed according to three methodological steps:

1. the mapping of the ES Habitats Quality, Carbon Sequestration and Water Yield in the Moncalieri area with the use of the Integrated Evaluation of Ecosystem Services and Trade-offs software (InVEST, <http://naturalcapitalproject.stanford.edu/invest/>) (see section 3.1);

2. the standardization of the values resulting from ES mapping and the GIS overlay analysis through the use of the Weighted sum function (Esri ArcGis 10.6), which considers the same weigh for the three variables to assess the distribution of ecosystem performance in comparison with the regulatory areas of the land use plan (see par. 3.2);
3. the review of PRG functional zoning, and the assessment of the relationships between regulatory areas and ES delivery capacity (see section 3.3).

### 3.1 Mapping ES

The first methodological step is the ES mapping in relation with Habitat Quality, Carbon Sequestration and Water Yield<sup>9</sup> with the InVEST software (Sharp *et al.*, 2018). The program consists of a package, freely downloadable, which allows mapping different ES scales, starting from the statistical and cartographic data-collection in different formats (such as CSV tables, vector- polygons shape files with related table-specific fields, and geo-dataset raster files with cell values and excel dataset).

The three selected ES are defined as follows:

- *Habitat Quality* (HQ)<sup>10</sup> relates to the service of the ecosystem function that support habitats provided by the soil and its land use. This service is a good proxy of the ecological biopotentiality levels (BTC), that has been modelled without considering the “specific-species” quality;
- *Carbon Sequestration* (CS)<sup>11</sup> relates to the carbon-storage service of soils and of both underground (roots) and topsoil (stem and foliage) biomasses. This service is associated with the ability of soil and subsoil

<sup>9</sup> The selection of these three ES follows an extensive survey on regulation services that also consider nutrient retention services (Nutrient Retention) and sediment retention (Sediment Retention). However, when observing the orographic conditions of Moncalieri territory, these two ES do not allow to quantify the biophysical performance of the PRG zones, since the values referring to an area usually depend on the interaction of several landscape factors. Thus, it has been decided to limit the analysis just to those ES that can provide specific features of the areas, avoiding then ambiguous interpretations. Furthermore, it has to be said that when the study started (September 2018), both recreational and cultural values were not available for the Moncalieri as the data collection for the functions modelling was not yet completed.

<sup>10</sup> As pointed out from the InVEST User Guide, “the habitat quality refers to the ability of the ecosystem to provide conditions appropriate for individual and population persistence, and is considered a continuous variable in the model, ranging from low to medium to high, based on resources available for survival, reproduction, and population persistence, respectively”.

<sup>11</sup> As pointed out from the InVEST User Guide, “the model maps carbon storage densities to land-use or land-cover rasters, which include types such as forest, pasture, or agricultural land. The model summarizes results into raster outputs of storage, value, as well as aggregate totals”.

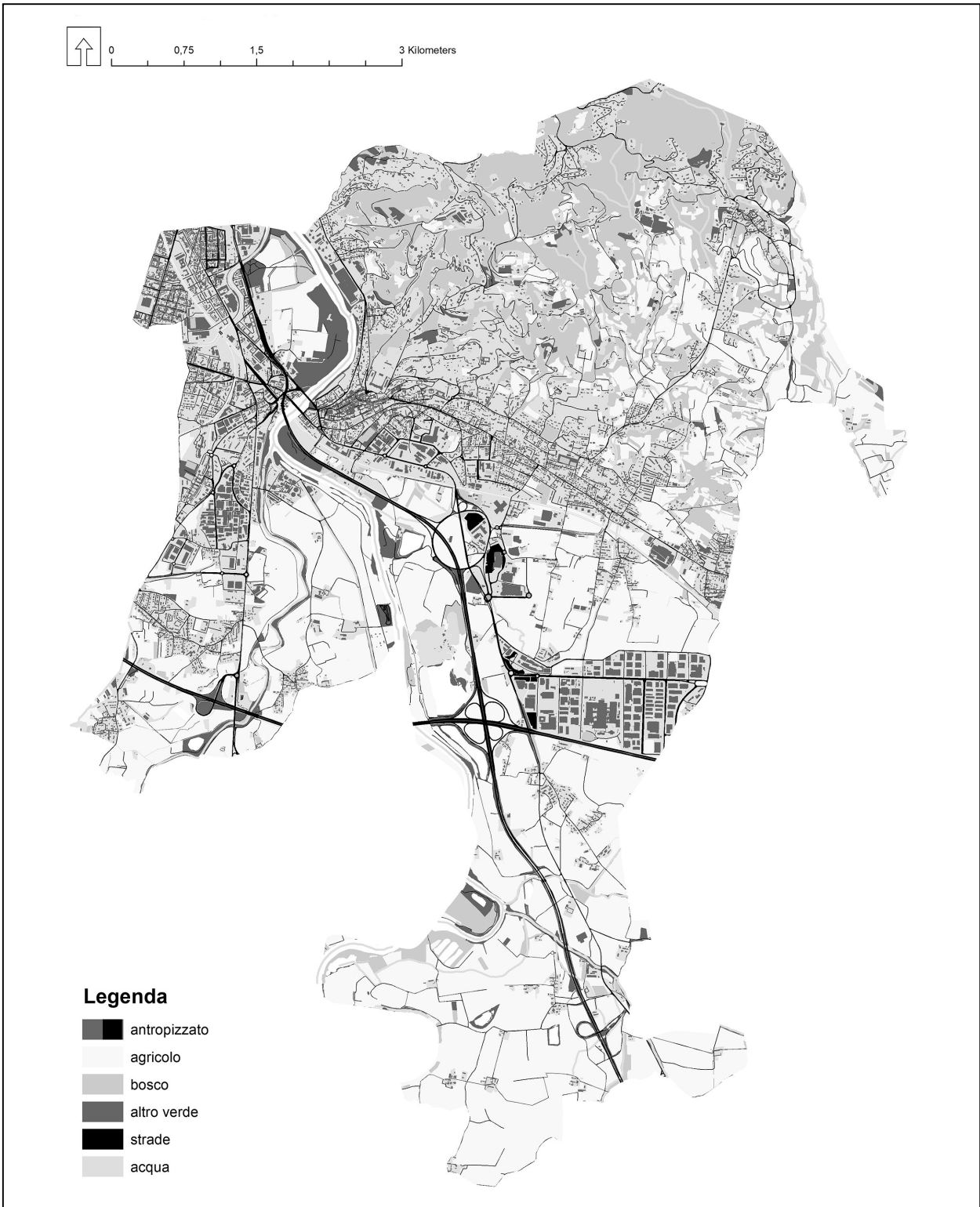


Figure 1 - Land use in Moncalieri



Figure 2 - Land Cover in Moncalieri

components to store organic carbon in the superficial layers of soil and in the litter;

- *Water Yield (WY)*<sup>12</sup> relates to the soil service of water retention due to its saturation capacity. This ES represents the water amount that can be retained and become available for evapotranspiration processes, hence avoiding flowing into fresh or groundwater. WY represents the “retention” function carried out by the soil about the annual average rainfall of the model.

The inputs related to the three models are

- land use, according to the Piemonte Land Use Cover 2010 and some additions at the local scale;
- nature-values related to land use: REP/ENP values (Ecological Network of the Province) with the integration of anthropic areas;
- threats and related interference with habitats (anthropic system together with agricultural areas and infrastructure network classified in primary, secondary and local roads);
- carbon storage values associated with land use classes as soil, litter, hypogaeum phytomass and epigeal phytomass (values are referred to the National Inventory of Forests and Carbon Foresters);
- the average depth of soil;
- average roots depth by vegetation typology;
- average annual rainfall in the area;
- Plant Available Water Content fraction (water portion that can be collected from the ground about the pedogenetic characterization of plants);
- the mean level of evapotranspiration in the area compared to the hydrographical basin baseline;
- potential evapotranspiration coefficient for vegetational species.

The outputs, represented in raster maps with 20-meter pixels, have been assessed according to:

- HQ spatialization, with values related to the analysis context (from 0 to 1);
- CS spatialization, with absolute values of stored carbon per pixel;
- WY spatialization, with absolute values of water, both retained by the annual soil and evapotranspired per pixel.

### 3.2 Standardization and overlay with regulatory areas

InVEST software outputs have then been processed with

<sup>12</sup> As pointed out from the InVEST User Guide, “the InVEST Reservoir Hydropower model estimates the relative contributions of water from different parts of a landscape, offering insight into how changes in land use patterns affect annual surface water yield and hydropower production”.

an overlay analysis in order to compare the analytical results of the cartographic outputs with the different regulatory areas of the PRG. In this case, the process relies on the intersection between the information layer of the PRG homogeneous zones and the single layers of the three ES.

Before proceeding with the intersection, the outputs were firstly digitalized and then statistically normalized considering the maximum value provided by the references, i.e., the Metropolitan City of Turin.

Once elaborated the three HQ, CS and WY maps, they have been intersected with the land use plan-layer of regulatory zones and eventually dissolved with a statistical process based on the mean ecosystem value for each zone about the three services analysed. The whole procedure resulted in an analytical table about the ES average values in comparison with the (current) PRG regulatory areas.

This output shows the spatialization of the mean values for the three ES delivering capacity in the different zones of the plan and presents a comparative assessment of ES behaviours according to their spatial distribution. The Ecosystem Service Value (ESV) has been precisely calculated for this purpose (being the mean value for each homogeneous zone of HQ, CS, and WY) and represents a synthetic indicator of the total ecosystem performance in the area.

### 3.3 The Moncalieri ecosystemic performance

Overlaying the regulatory areas on the municipal topographic Dbtre-database, it is possible to verify the effective execution of the current PRG. As previously said, the ecosystem analysis extends to every PRG areas under the Implementing Technical Standards:

- A Zones, characterized by urban settlements, smaller centres, buildings, and buildings with historical-artistic, environmental or documentary value, and organised in Ar1 (urban settlements forming the historical centres), Ar2 (minor centres with environmental value) and AV (hill areas with environmental interest);
- B Zones, characterized by high density of buildings, and divided into Br (residential areas mainly or built entirely up), Bp (industrial, traditional, commercial and services areas), Bpr1 (transformation areas from industrial use to tertiary, commercial and dwelling ones) and Bpr2 (transformation areas from industrial to dwelling);
- C Zones, dominated by the not built part of the city, and organized in Cr (predominant residential destination), Crs (transformation areas from public services to public services-dwelling uses), Crc (transformation areas from public services to shopping mall, business services and dwelling) and Cp (partially built-up areas for industrial, business and tertiary use);
- special areas of transformation, distinguished in TCR

(transformation areas from service-use to tertiary activities, dwelling and services), TR (tertiary activities integrated with residential areas) and TE (tertiary areas where exhibition, administration and hospitality sectors are predominant);

- E Zones, set to agricultural functions, and articulated in Ee (empty or scarcely built-up areas in the rural flat territory and in the hilly side east of Strada Revigliasco), Ep (built-up areas, buildings and barracks located in the agricultural areas, but used for extra-agricultural productive uses), Es (plant nurseries) and Es1 (areas used for permanent greenhouses within residential areas);
- S Zones, meant for public spaces, community, public green spaces or parking as defined in the National Law 1444/1968, and distinguished in Sr (services for dwellings), Sp (services related to production centres, and to commercial, tertiary and hospitality activities) and Srp (services related to private settlements).
- F Zones, areas of general interest, articulated in FV (public parks or public urban and interurban uses), FH (social and healthcare facilities in the public dimension), FI (equipped areas for high-education), Ft (technological system areas of general interest), Frp1 (Regional PTO area for sports and free time), Frp2 (accommodation facilities and public park), Fg (general equipment of public interest) and Fe (religious purpose uses);
- the “Variante di Vadò”, such as the urban reorganization project in the south-east industrial area of Moncalieri.

Considering the ecosystem assessment of Moncalieri, and in particular the detailed ES data-analysis, it emerges that regulatory areas of the land use plan can provide ES homogeneously (Table 2 and Figure 3a, Figure 3b, Figure 3c, Figure 3d). This becomes particularly evident in the ES amount for the A Zone (residential areas with historical, artistic and environmental value) because it coincides with the ES amount for C zones (PRG expansions areas). This condition relates that the ecosystem value in A Zone is strengthened by the disaggregated value of the hilly areas (Av Zones), while the C Zones (those areas where the land use plan imagines future expansions) are already located in the hilly part of the city next to the old town or along the main roads. Furthermore, it appears clear that the B Zones provide weak ecosystem performance (especially when relating to the Habitat Quality) because of their high soil-sealing values. The E Zones (agricultural lands representing the 38% of Moncalieri land use) are characterized by low ecosystem values (the lowest after the B zone soils) because of the high presence of plant nurseries and permanent greenhouses, which in fact undermine both the Habitat Quality and Carbon Sequestration performances (and in fact, the E Zones show the lowest HQ and CS performances of the Municipality, together with the FH ones). On the other hand, both S and F Zones (mainly public spaces) provide

high ecosystem values, especially in the Frp2 hilly areas close to the Maddalena Park and in the FV urban and interurban public park areas where both hydrogeological reorganization and protection, improvement and promotion measures of natural-landscape resources are allowed.

#### 4. TOWARDS AN ECOLOGICAL DIMENSIONING TO ADDRESS TERRITORIAL VULNERABILITY?

This article shows the main results of an ongoing research project that aims to question how the ES paradigm can be applied to local policy definition, starting from measurements and assessment of Moncalieri ecosystem performance. At the local scale, this application may guarantee the proper use of soils and consequently a response to territorial vulnerability. The underlying assumption of the study is that land use changes generally involve ES turnover and that consequently, urban planning may contribute to the ecosystems protection and the ES balance through a reasoned distribution of land uses in the plan.

In other words, the article provides a relevant contribution to the empirical knowledge about spatial planning, since it analyses and assess how the normative zone of the Moncalieri land use is able to give EC in an ecological perspective.

Besides the previous paragraph, it is evident that the ecosystem analysis points out that the so-called Private City, through its texture regulation and control and its land parameters for A, B and C Zones, provides an ecosystem input that is equal to the one provided by the so-called Public City (mainly located in S and Z Zones). In other words, this simulation highlights that not only the Public City, with the public areas and public use regulation, can contribute to the ES welfare provision with high ecosystem performance (as reported by the Regional Law 302/2018 of Piedmont Region).

Some methodological reflections may follow starting from the empirical results about the significance of the ES assessment within the land use plan, but also from the operational implications on its contents, techniques, and development process. First of all, the integration of the ecosystem dimension into the urban plan is not a simple operation because the performance of the soil related to one or more ES is not directly “standardizable” as it depends from the complex relationships between ecological and other variables. That is to say that the “ecosystem sizing operation” does not seem to have an action-dimension that can be easily pursued.

Law no. 302/2018 of Piedmont Region focuses precisely on these topics and tries to decline the environmental issue in a new operational perspective for urban planning that guarantees the recognition of the ecosystem functions for free, natural and rural areas, but also the transformations compensation, recovery, and environmental mitigation. In

**Table 2 - ES-mean-values related to the Regulation Zones of Moncalieri land use plan**

Regulation Zones	Area (ha)	HQ	CS	WY	ESV
<b>ZONA A – Insediamenti urbani con carattere storico-artistico o ambientale</b>	<b>851,6</b>	<b>0,181</b>	<b>0,231</b>	<b>0,512</b>	<b>0,337</b>
Ar1 – Centro storico	31,5	0,193	0,217	0,489	0,300
Ar2 – Nuclei minori con valore ambientale	41,7	0,169	0,245	0,534	0,300
Av – Aree collinari di interesse ambientale	778,5	0,393	0,281	0,558	0,411
<b>ZONA B – Parti del territorio in gran parte o totalmente edificate</b>	<b>389,0</b>	<b>0,114</b>	<b>0,200</b>	<b>0,470</b>	<b>0,246</b>
Br – Aree residenziali in gran parte edificate	284,0	0,100	0,217	0,490	0,269
Bp – Aree a destinazione produttiva	86,8	0,167	0,186	0,452	0,268
Bpr1 – Aree di trasformazione a prevalente terziario	10,5	0,097	0,177	0,444	0,239
Bpr2 – Aree di trasformazione a prevalente residenziale	7,7	0,039	0,169	0,417	0,208
<b>ZONA C – Parti del territorio di completamento o di nuovo impianto</b>	<b>353,7</b>	<b>0,278</b>	<b>0,231</b>	<b>0,503</b>	<b>0,337</b>
Cr – Aree a destinazione residenziale	293,2	0,280	0,286	0,577	0,381
Crs – Aree per residenza e pubblici servizi	11,2	0,286	0,229	0,507	0,341
Crc – Aree per centro commerciale integrato	2,5	0,194	0,191	0,451	0,279
Cp – Aree edificate a produttivo, commerciale e terziario	46,8	0,350	0,217	0,479	0,349
<b>VARIANTE VADÒ</b>	<b>196,0</b>	<b>0,270</b>	<b>0,198</b>	<b>0,469</b>	<b>0,312</b>
<b>ZONET – Aree speciali di trasformazione</b>	<b>31,8</b>	<b>0,153</b>	<b>0,182</b>	<b>0,438</b>	<b>0,259</b>
TCR – Aree per attività terziarie, residenza e servizi	17,3	0,126	0,165	0,413	0,235
TR – Aree per attività direzionale e terziaria	4,4	0,149	0,180	0,452	0,260
TE – Aree a terziario prevalentemente espositivo	10,1	0,191	0,203	0,449	0,281
<b>ZONE E – Parti di territorio destinate ad uso agricolo</b>	<b>1.602,2</b>	<b>0,207</b>	<b>0,207</b>	<b>0,502</b>	<b>0,306</b>
Ee – Aree libere del territorio rurale di pianura	1.594,9	0,397	0,264	0,557	0,406
Ep – Aree edificate adibiti ad usi extragricoli	6,5	0,275	0,294	0,628	0,399
Es - Vivai	0,6	0,103	0,133	0,378	0,205
Es1 – Serre fisse	0,2	0,054	0,138	0,447	0,213
<b>ZONE S – Spazi pubblici (art. 21 LUR 56/77)</b>	<b>165,8</b>	<b>0,310</b>	<b>0,236</b>	<b>0,512</b>	<b>0,353</b>
Sr – Servizi residenziali	151,3	0,269	0,235	0,511	0,339
Sp – Servizi produttivi, commerciali, terziari e ricettivi	9,7	0,436	0,193	0,458	0,362
Srp – Servizi residenziali di tipo privato	4,8	0,225	0,279	0,567	0,357
<b>ZONE F – Attrezzature ed impianti di interesse generale (art. 22 LUR 56/77)</b>	<b>537,0</b>	<b>0,331</b>	<b>0,267</b>	<b>0,519</b>	<b>0,372</b>
FV – Aree a parco pubblico	484,7	0,540	0,291	0,548	0,460
FH – Attrezzature socio sanitarie ed ospedaliere	1,4	0,041	0,208	0,459	0,236
FHP - Attrezzature socio sanitarie ed ospedaliere di tipo privato	3,1	0,604	0,304	0,453	0,454
FI – Attrezzature per istruzione superiore	6,0	0,238	0,256	0,538	0,344
Ft – Aree per impianti tecnologici	19,1	0,227	0,218	0,490	0,311
Frp1 – Area del PTO destinata a uso sportivo e tempo libero	6,6	0,284	0,240	0,535	0,353
Frp2 – Aree per attrezzature ricettive e parco pubblico	0,6	0,697	0,422	0,628	0,582
Fg – Aree per attrezzature generali di interesse pubblico	3,6	0,098	0,198	0,461	0,253
Fe – Aree a destinazione religiosa	11,8	0,253	0,265	0,555	0,358

Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy

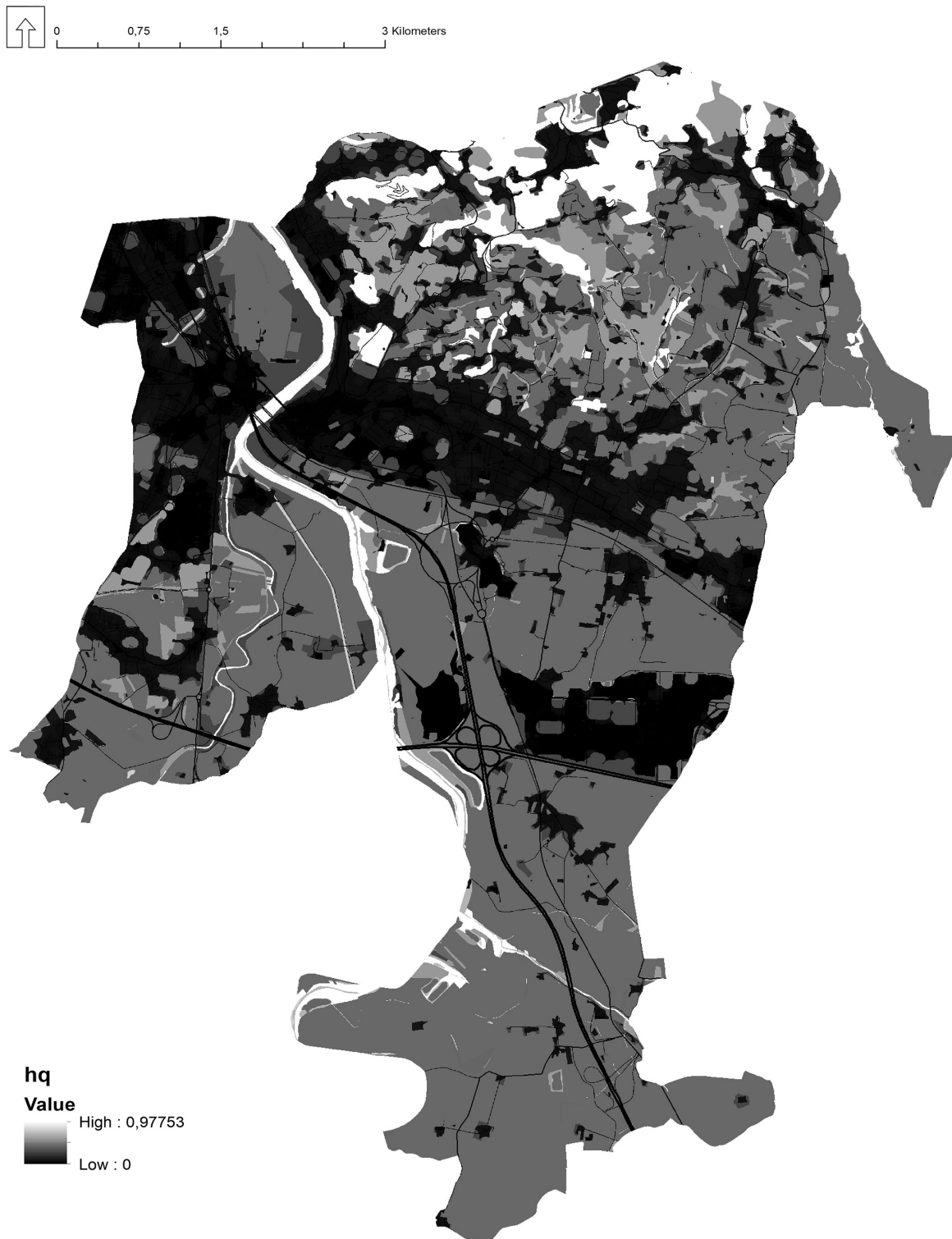


Figure 3a - Ecosystem performance of Moncalieri Municipality: Habitat Quality

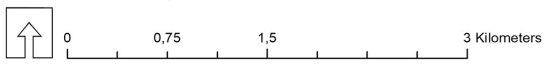


Figure 3b - Ecosystem performance of Moncalieri Municipality: Carbon Sequestration



Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy



Figure 3c - Ecosystem performance of Moncalieri Municipality: Water Yield

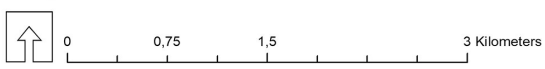


Figure 3d - Ecosystem performance of Moncalieri Municipality: Ecosystem Service Value

## Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy

other words, the DDLR 302/2018 supposes that the 7 sqm/per capita of planning obligations (corresponding with the spread between the national minimum size of 18 sqm/per capita - introduced by National Law no.1444/1968- and the Piedmont Law no. 56/1977 size of 25 sqm/per capita), can be defined as “environmental planning obligations”<sup>13</sup>, his issue allows to consider them as public areas where compensation interventions from land consumption, recovery, settlement and environmental mitigation can be located, hence providing a good quality amount of environmental, ecological and ecosystem services able to reduce vulnerabilities. As defined in DDLR 302/2018, ecosystemic performances shall be evaluated by the PRG through its land use regulations referred to the Public City, assuming that minimum quality objectives and sustainable requirements should be met. However, it is now evident that the simple relation between the ecosystem dimensioning and the planning obligations as a paradigm of the “land take regulation” / “limiting soil consumption”, is a narrow perspective. Indeed, what emerges from the PRG regulatory zones assessment is that high levels of ES arise not only from normative areas, but also from the Private City. This last one actually contributes to high levels of soils-environmental performance especially in the hilly areas (PRG Zone A) and in the agricultural ones (Zones E). To summarise, the pure quantitative dimensioning of ecosystem performance of soil-public-functions does not seem to be a favourable perspective for the correct ecosystem compensation. On the other hand, the present proposal seeks two other more general elements. The first one, in line with the DLLR 302/2018, expects that, together with the ecosystem dimensioning, qualitative parameters are introduced in any public property projects. This step

might favour the interpretation of the ecosystem components needed to achieve: good percentages of soil permeability, satisfactory numbers of trees and shrubbery according to the species-ecological-functions, standard rules for open spaces, and wetlands prediction. The second one, instead, calls for a rethinking in the ecosystem-oriented approach as reported by the Guidelines for the Integration of Climate Change and Biodiversity in the Strategic Environmental Assessment (SEA) of the European Union (2013). This document considers the SEA as the mandatory instrument for introducing ES into the planning process with a holistic approach which overcomes the sectorial nature of traditional environmental assessments (Brunetta, 2006). In practice, the ES could be applied in the SEA both in the baseline and scoping phase in order to collect data from the baseline scenario and to identify the assessment key issues; and also in consideration of the project alternatives (as they represent the objectives and evaluation criteria). For instance, with this new perspective, the general purpose of “protecting and increasing biodiversity” could be reformulated according to the ecosystem logic as “considering a certain transformation, which kind of effects will result from ES biodiversity?”.

In this view, despite mapping ES supports the definition of SEA targets, the knowledge of land use ES performance is an asset to understand which is the real suitability of uses in urban and rural areas comparing existing uses and their coherence with the optimal ones. This knowledge should support the decision that regards an optimization/upgrade of uses where actual utilizations does not reach an efficient performance in terms of ES delivering capacity.

Closer integration and reciprocal dialogue between ecosystem analysis, zoning tools, and SEA procedures would thus allow overcoming the general extension to the whole municipal territory of mitigation and compensation responses to territorial vulnerabilities, focusing instead on different and specific solutions in line with the regulatory areas of the Plan. This new cognitive dimension might mainly work for an urban planning doctrine that can develop and adopt new and renewed tools, which in turn express a more flexible, resilient and ecologically oriented paradigm.

<sup>13</sup> Article 8 paragraphs of Law no. 302/2018 specify that this perspective can also be applied to those standards related to both production and commercial functions and the additional areas provision for public facilities of general interest related to housing uses. In this way, an extra-amount of 15 sqm/per capita for urban and public parks, may be used as a location space for those interventions directly derived from compensations in order to improve the territorial ecological connectivity and biodiversity.

\* **Ombretta Caldarice**, *Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST), Politecnico di Torino.*  
e-mail: ombretta.caldarice@polito.it (corresponding author)

\* **Stefano Salata**, *Interuniversity Department of Regional and Urban Studies and Planning (DIST), Responsible Risk Resilience Centre - R3C, Politecnico di Torino.*  
e-mail: stefano.salata@polito.it

### References

ALBRECHTS L., “Some ontological and epistemological challenges”, in Albrechts L., Balducci A., Hillier J. (eds.), *Sit-*

*uated Practices of Strategic Planning. An international perspective*, Routledge, London and New York, 2017, pp. 1-11.

ARCIDIACONO A., RONCHI S., SALATA S., *Un approccio ecosi-*

stemico al progetto delle infrastrutture verdi nella pianificazione urbanistica. *Sperimentazioni in Lombardia*, Urbanistica, No. 157, 2017, pp. 102-110.

BARBIERI C.A., GIAIMO C., *Paradigmi ecosistemici, piano urbanistico e città contemporanea. L'esperienza del progetto LIFE SAM4CP*, Urbanistica, No. 157, 2017, pp. 114-121.

BOYD J., BANZHAF, S., *What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units*, Ecological Economics, No. 63, 2007, pp. 616-626.

BORGOGNO-MONDINO E., FABIETTI G., AJMONE-MARSAN F., *Soil quality and landscape metrics as driving factors in a multi-criteria GIS procedure for peri-urban land use planning*, Urban For Urban Green, No. 14, 2015, pp. 743-750.

BRAAT L., DE GROOT R.S., *The ecosystem services agenda : bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development , and public and private policy*, Ecosystem Services, No. 1, 2012, pp. 4-15.

BRENNER N., SCHMID C., "Planetary urbanisation", in Matthew G. (eds.), *Urban Constellations*, Jovis, Berlin, 2011, pp. 10-13.

BRUNETTA G., CALDARICE O., "Putting Resilience into Practice. The Spatial Planning Response to Urban Crisis", in Brunetta G., Caldarice O., Tollin N., Rosas-Casals M., Morató J. (eds.) *Urban Resilience for Risk and Adaptation Governance. Theory and Practice*, Springer, Cham, 2019, pp. 27-41.

BRUNETTA G., *Valutazione e pianificazione. Verso l'integrazione?*, Scienze Regionali – Italian Journal of Regional Science, Vol. 5, No. 3, 2006, pp. 119-126.

CALDARICE O., *Reconsidering Welfare Policies in Times of Crisis. Perspective for European Cities*, Springer, Cham, 2018.

CAMPOS VENUTI G., *Le innovazioni del piano: perequazione ed ecologia*, Urbanistica, No. 112, 1999, pp. 66-74.

COSTANZA R., DE GROOT R., BRAAT L., KUBISZEWSKI I., FIORAMONTI L., SUTTON P., FARBER S., GRASSO M., *Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?*, Ecosystem Services, Vol. 28, 2017, pp. 1-16.

DELPHIN S., ESCOBEDO F.J., ABD-ELRAHMAN A., CROPPER W.P., *Urbanization as a land use change driver of forest ecosystem services*, Land Use Policy, No. 54, 2016, pp. 188-199.

ELMQVIST T., FRAGKIAS M., GOODNESS J., GÜNERALP B., MARCO-TULLIO P.J., McDONALD R.I., PARNELL S., SCHEWENIUS M., SENDSTAD M., SETO K.C., WILKINSON C. (eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, Springer, Dordrecht, 2013.

EUROPEAN COMMISSION, *Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services*, Luxembourg, 2016.

EUROPEAN UNION, *Guidance on integrating climate change and biodiversity into strategic environmental assessment*, Luxembourg 2013.

FALCO L., *I "nuovi" standard urbanistici*, Edizioni delle Autonomie, Roma, 1987.

GABELLINI P., *Le mutazioni dell'urbanistica. Principi, tecniche, competenze*, Carocci Editore, Roma, 2018.

GLAESER E., *The Triumph of the City*, Macmillan, London, 2011.

JACOBS J., *The Economy of Cities*, Random House, New York, 1969.

HAASE D., FRANTZESKAKI N., ELMQVIST T., *Ecosystem Services in Urban Landscapes: Practical Applications and Governance Implications*, Ambio, No. 43, 2014, pp. 407-412.

HAINES-YOUNG R., POTTSCHIN M., "The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being", in Raffaelli D., Frid C. (eds.), *Ecosystem Ecology: A new Synthesis*, Cambridge University Press, Cambridge, 2011, pp. 110-139.

MAES J., EGOH B., WILLEMEN L., LIQUETE C., VIHERRAARA P., SCHÄGNER J.P., GRIZZETTI B., DRAKOU E.G., LA NOTTE A., ZULIAN G., BOURAOUI F., PARACCHINI M.L., BRAAT L., BIDOGGIO G., *Mapping ecosystem services for policy support and decision making in the European Union*, Ecosystem Services, Vol. 1, No. 1, 2012, pp. 31-39.

MCPHEARSON T., ANDERSSON E., ELMQVIST T., FRANTZESKAKI N., *Resilience of and through urban ecosystem services*, Ecosystem Services, Vol. 12, 2015, pp. 152-156.

MEEROW S., NEWELL J.P., *Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit*, Landscape and Urban Planning, Vol. 159, 2017, pp. 62-75.

MONONEN, L., AUVINEN, A.P., AHOKUMPU, A.L., RÖNKÄ, M., AARRAS, N., TOLVANEN, H., KAMPPINEN, M., VIIRRET, E., KUMPULA, T., VIHERRAARA, P., *National ecosystem service indicators: Measures of social-ecological sustainability*, Ecological Indicators 61, 2016.

MOONEY H., LARIGAUDERIE A., CESARIO M., ELMQVIST T., HOEGH-GULDBERG O., LAVOREL S., MACE G., PALMER M., SCHOLES R., YAHARA T., *Biodiversity, climate change, and ecosystem service*, Current Opinion in Environmental Sustainability, No. 1, 2009, pp. 46-54.

PARTIDARIO M.R., GOMES R.C., *Ecosystem services inclusive strategic environmental assessment*, Environmental Impact Assessment Review, Vol. 40, 2013, pp. 36-46.

PICKETT STA, CADENASSO ML, GROVE JM, BOONE CG, GROFFMAN PM, IRWIN E., KAUSHAL SS, MARSHALL V, MCGRATH BP, NILON CH, POUYAT RV, SZLAVECZ K., TROY A., WARREN P., *Urban ecological systems: Scientific foundations and a decade of progress*, Journal of Environmental Management, Vol. 92, No. 3, 2011, pp. 331-362.

PONZINI D., *Introduction: crisis and renewal of contemporary urban planning*, European Planning Studies, Vol. 24, No. 7, 2016, pp. 1237-1245.

PULIGHE G., FAVA F., LUPIA F., *Insights and opportunities from mapping ecosystem services of urban green spaces and potentials in planning*, Ecosystem Services, No. 22, 2016, pp.1-10.

SALATA S., *Land take in the Italian Alps*, Management of Environmental Quality: An International Journal, No. 25, 2014, pp 407-420.

SASSEN S., *The Global City: New York, London, Tokyo*, Princeton University Press, Princeton, 1991.

SAUERWEIN M., "Urban Soils-Characterization, Pollution, and Relevance in Urban Ecosystems", in Niemelä J., Breuste J., Thomas E., Glenn G., Philip J., McIntyre N.E. (eds.), *Urban*

Ecosystem Service Assessment in Land Use Planning Decreasing Territorial Vulnerability. A Critical Exploration of Planning Problems Starting from the Land Take Regulation in Piedmont Region, Italy

*Ecology*, Oxford University Press, Oxford, 2011, pp. 45-58.

SETO K.C., PARNELL S., ELMQVIST T., "A Global Outlook on Urbanization". Elmquist T., Fragkias M., Goodness J., Güneralp B., Marcotullio P.J., McDonald R.I., Parnell S. Schewenius M., Sendstad M., Seto K.C., Wilkinson C. (eds.), *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, Springer, Dordrecht, 2013.

SHARP R., TALLIS H.T., RICKETTS T., GUERRY A.D., WOOD S.A., CHAPLIN-KRAMER R., NELSON E., ENNAANAY D., WOLNY S., OLWERO

N., VIGERSTOL K., PENNINGTON D., MENDOZA G., AUKEMA J., FOSTER J., FORREST J., CAMERON D., ARKEMA K., LONSDORF E., KENNEDY C., VERUTES G., KIM C.K., GUANNEL G., PAPPENFUS M., TOFT J., MARSIK M., BERNHARDT J., GRIFFIN R., GLOWINSKI K., CHAUMONT N., PERELMAN A., LACAYO M., MANDLE, L., HAMEL P., VOGL A.L., ROGERS L., BIERBOWER W., DENU D., DOUGLASS J., 2018.

SUKOPP H., *On the early history of urban ecology in Europe*, in Marzluff J.M., Shulenberger E., Endlicher W., Alberti M., Bradley G., Ryan C., Simon U., ZumBrunnen C. (eds), *Urban Ecology*, Springer, Boston, 2008.

